



**Bruno Miguel da Cruz
Machado**

**Desenho e Implementação de Postos de Receção de
Matéria-prima: uma Framework e Caso de Aplicação**



**Bruno Miguel da Cruz
Machado**

**Desenho e Implementação de Postos de Receção de
Matéria-prima: uma Framework e Caso de Aplicação**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial realizada sob a orientação científica da Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel, Professora auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Maria João Machado Pires da Rosa
Professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof.^a Doutora Susana Maria Palavra Garrido Azevedo
Professora associada com agregação da Universidade da Beira Interior

Prof.^a Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel
Professora auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Agradeço profundamente...

À Universidade de Aveiro, em especial, à professora Carina Pimentel, pelo apoio durante esta orientação académica, disponibilizando-se sempre para ajudar com clareza, profissionalismo e simpatia;

À empresa Bosch Car Multimédia Portugal pela oportunidade de estágio, especialmente ao Rui Albuquerque e Daniela Antunes por todo o apoio e orientação, ao Manuel Vieira, Mara Costa, Hélder Silva por todos os ensinamentos e valores transmitidos e, também à Bárbara Peixoto por todo o companheirismo e amizade que foi desenvolvido durante o período de estágio;

Aos meus pais, pela educação e admiração ao longo destes anos e por me proporcionarem esta etapa que agora finda;

À Sara, pelo apoio incondicional e incentivo para lutar pelos meus objetivos;

Por fim, agradeço à minha família e aos meus amigos pela aprendizagem e companheirismo ao longo da minha vida.

palavras-chave

Gestão de armazém, processo de receção, fluxo de material, framework

resumo

Num mercado tão competitivo como o atual, a gestão de armazém eficiente é crucial para manter a competitividade da empresa. A gestão de um armazém é uma tarefa importante a desempenhar numa empresa industrial uma vez que esta garante a eficiência dos processos ligados ao armazém, satisfazendo as necessidades das áreas a jusante dentro da empresa. O processo de receção de matéria-prima é crucial para a gestão de um armazém. Garantir que o armazém recebe a matéria-prima correta, na quantidade correta, nas condições acordadas e na hora prevista é um dos pilares do armazém. O presente projeto foi desenvolvido na empresa Bosch Car Multimedia Portugal, SA e tem como objetivo desenhar e implementar um novo posto de receção de matéria-prima de forma a rececionar, conferir e processar o material elétrico da empresa. Este projeto baseou-se numa framework desenvolvida que apresenta as fases, de forma sequencial, propostas para praticantes que tencionam desenhar e implementar postos de receção de matéria-prima em ambiente industrial. Como resultado da implementação deste projeto, estima-se que a empresa consiga eliminar 2 fluxos internos de material, libertando dois colaboradores que estão alocados a esta tarefa diariamente.

keywords

Warehouse management, incoming process, material flow, framework

abstract

In a market as competitive as today's, efficient warehouse management is crucial to keep the company's competitiveness. The warehouse management is one of the main tasks to be performed in an industrial company since it guarantees the efficiency of the processes linked to the warehouse, satisfying the needs of the downstream areas within the company. The raw materials receiving process is crucial to the management of a warehouse. Ensuring that the warehouse receives the correct raw material, in the correct quantity, under the agreed conditions and at the expected time is one of the pillars of the warehouse.

This project was developed at Bosch Car Multimedia Portugal, SA and aims to design and implement a new raw material reception workstation to receive, check and process the electrical material of the company.

This project was based on a developed framework that presents the phases, sequentially, proposed for practitioners who intend to design and implement receiving workstations for raw materials in an industrial environment. As result of the implementation of this project, it is estimated that the company will be able to eliminate 2 internal flows of material, releasing two employees who are allocated to this task daily.

Índice

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	6
1.1 Enquadramento.....	6
1.2 Motivação e objetivos.....	6
1.2 Metodologia adotada.....	7
1.4 Estrutura do documento	7
CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1. Logística e gestão da cadeia de abastecimento	9
2.2. Gestão de armazéns.....	10
2.2.1. Tipos de armazém	11
2.2.2. Processos do armazém.....	12
2.2.3. Layout do armazém.....	17
2.2.4. Desempenho da gestão de armazéns	18
CAPÍTULO 3 – APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	21
3.1 Bosch em Portugal	22
3.2 Bosch Car Multimedia Portugal, S.A.....	22
3.3 Departamento de Logística	23
3.4 Clientes.....	25
3.5 Portefólio.....	25
3.6 O processo atual de receção de matéria-prima da empresa	27
CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DE FRAMEWORK PARA DESENHO E IMPLEMENTAÇÃO DE POSTOS DE RECEÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA.....	33
Fase 1 - Estratégia e Motivação	34
Fase 2 - Equipa do Projeto	34
Fase 3 - Desenho de Fluxo de Materiais	35
Fase 4 - Desenho do Posto de Trabalho.....	37
Fase 5 - Desenho do Sistema de Putaway.....	38
Fase 6 – Identificação da lista de Fornecedores Piloto	39
Fase 7 - Teste ao Conceito.....	40
Fase 8 - Implementação, Avaliação e Estandarização.....	41
CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DA FRAMEWORK NA EMPRESA BOSCH CAR MULTIMEDIA.....	43
Fase 1 – Estratégia e Motivação.....	43
Decisões e objetivos.....	43
Infraestruturas e recursos.....	44

Alinhamento hierárquico	45
Fase 2 – Equipa do Projeto.....	45
Equipa de projeto.....	45
Definição dos KPI do projeto.....	46
Fase 3- Desenho e Fluxo de Materiais	46
Janelas de descarga.....	47
Área de descarga.....	49
Unidade de manuseio	51
Fase 4 - Desenho do Posto de Trabalho.....	53
Brainstorming de ideias para o layout da área do posto de receção	54
Posto de trabalho	57
Ergonomia	59
Fase 5 - Desenho do Sistema de Putaway.....	62
Conceito do armazém	62
Lógica de arrumação	67
Fase 6 – Identificação da lista de Fornecedores Piloto	68
Fase 7 – Teste ao Conceito.....	72
Pressupostos para o modelo de simulação.....	73
Resultados obtidos.....	75
Discussão de resultados	76
Fase 8 – Implementação, avaliação e standardização	77
Cenário 1: Receção da matéria-prima dos fornecedores 2 e 3.....	77
Discussão de resultados	79
Cenário 2: Receção da matéria-prima dos fornecedores 2, 3, 4 e 5	79
Discussão de resultados	81
Cenário 3 – Inclusão dos 16 fornecedores da classe A da análise ABC.....	81
Discussão de resultados	83
Cenário 5 – Inclusão de 2 postos de processamento em paralelo.....	83
Discussão de resultados	85
CAPITULO 6 – CONCLUSÃO, LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	87
BIBLIOGRAFIA.....	89
ANEXOS	91

Índice de Tabelas

Tabela 1: Adesão ao Plano de descarga.....	48
Tabela 2: Nº de descargas realizadas no armazém principal da empresa.....	48
Tabela 3: Vantagens e desvantagens de cada versão de layout da área.....	56
Tabela 4: Identificação de problemas atuais dos postos de receção.....	58
Tabela 5: Tipos de lugares de armazém.....	64
Tabela 6: Classes obtidas da análise ABC.....	69
Tabela 7: Alterações na análise dos resultados	70
Tabela 8: Estado da fila de espera do sistema de teste	75
Tabela 9: Taxa de utilização dos operadores do sistema de teste.....	76
Tabela 10: Estado das filas de espera do cenário 1	78
Tabela 11: Taxas de utilização dos recursos do cenário 1	78
Tabela 12: Estado das filas de espera do cenário 2	80
Tabela 13: Taxas de utilização de recursos do cenário 2	80
Tabela 14: Estado das filas de espera do cenário 4	82
Tabela 15: Taxas de utilização dos recursos do cenário 4	82
Tabela 16: Estado das filas de espera do cenário 5	84
Tabela 17: Taxas de utilização dos recursos do cenário 5	85

Índice de Figuras

Figura 1: âmbito logístico (Tompkins e Smith, 1998).....	10
Figura 2: principais funções de um armazém	12
Figura 3: Configuração do layout (Koster et al., 2007).....	18
Figura 4: Visão global do Grupo Bosch.....	21
Figura 5: Slogan da Bosch.....	21
Figura 6: o Grupo Bosch em Portugal	22
Figura 7: Bosch Car Multimedia Portugal, S.A. (Bosch, 2015).....	23
Figura 8: Clientes BrgP	25
Figura 9: Sistemas de Navegação e Info-Entretenimento (Bosch, 2015).....	26
Figura 10: Sistemas de Instrumentação (Bosch, 2015)	26
Figura 11: Sistemas Profissionais (Bosch, 2015)	27
Figura 12: Sistemas de Manufatura (Bosch, 2015)	27
Figura 13: Gráfico de registos de desvios das janelas de descarga.....	28
Figura 14: Atividade de agregar as caixas numa palete	29
Figura 15: Identificação da palete de matéria-prima e da respetiva pasta de documentos	29
Figura 16: Filas de espera de matéria-prima.....	30
Figura 17: Exemplo de uma transfer order para o armazém	31
Figura 18: Espera paletes para enviar material para novo armazém	31
Figura 19: Fluxo atual de matéria-prima para a inserção automática	32
Figura 20: Framework sequencial de implementação de um posto de receção de matéria-prima	33
Figura 21: Área disponível para o posto de receção	44
Figura 22: Cais de carga e descarga para o projeto	45
Figura 23: Fluxo da matéria-prima com o novo projeto	47
Figura 24: Área de carga/descarga do novo edifício.....	49
Figura 25: Disposição inicial do cais	50
Figura 26: Identificação das áreas de descarga para cada cai	50
Figura 27: Carrinho de transporte.....	52
Figura 28: Palete de transporte.....	52
Figura 29: Área de onde será instalado o posto de receção	53
Figura 30: Primeira versão de layout da área de receção.....	54
Figura 31: Segunda versão de layout da área de receção.....	55
Figura 32: Desenho CAD da área de receção	56

Figura 33: Área do posto de receção devidamente identificada	57
Figura 34: Esboço do posto de trabalho	59
Figura 35: Solução apresentada pelo Fornecedor A	61
Figura 36: Solução apresentada pelo fornecedor B	62
Figura 37: Layout do armazém 108.....	63
Figura 38: Os três tamanhos possíveis de bobines de matéria-prima	63
Figura 39: Tipos de lugares de armazém.....	65
Figura 40: Módulo individual Figura 41: corredor de armazém.....	66
Figura 42: Etiqueta de uma posição de armazém	66
Figura 43: Análise ABC dos fornecedores	69
Figura 44: Nº total de volumes recebidos por fornecedores	71
Figura 45: Perfil dos Fornecedores.....	72
Figura 46: Modelo de simulação utilizado para teste ao conceito	74
Figura 47: Modelo com dois postos de receção	83

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

Neste capítulo é feito um enquadramento ao tema do presente documento passando pela explicação da motivação e dos objetivos para realizar o presente projeto. Será ainda apresentada a metodologia adotada para desenvolver o projeto. Por fim o capítulo explica a estrutura do presente documento.

1.1 Enquadramento

Nos dias de hoje a gestão de armazéns tornou-se uma competência-chave, uma arma estratégica que as empresas utilizam para alcançar a sua posição competitiva no mercado. Com a crescente importância em inovar, de forma a manter-se competitivas, as empresas tendem a focar-se na eficiência das atividades logísticas. Uma vez que a armazenagem é um processo que não acrescenta valor ao produto final, torna-se ainda mais fulcral que este processo atinja níveis elevados de eficiência. Dentro de um armazém existem inúmeras oportunidades de melhoria relacionadas com a rapidez e eficiência dos processos realizados, o que se reflete em benefícios alcançados noutras tarefas, como o abastecimento às linhas de produção, reduzindo potenciais paragens de linha. A verdadeira vantagem de ter um armazém eficiente é ter-se o produto certo, no lugar certo e à hora certa. O processo de receção de matéria-prima funciona como o primeiro filtro da empresa uma vez que é a primeira interface entre o fornecedor. O processo de receção responsabiliza-se por rececionar o fornecedor, descarregar a sua matéria-prima e conferi-la de acordo com o contrato realizado com o fornecedor. Um dos principais problemas de um gestor de armazém, no que diz respeito à receção de matéria-prima, é garantir que o fornecedor tem uma janela de descarga livre quando este chega às instalações da empresa, de forma a poder descarregar e processar a sua matéria-prima. É então crucial que seja feita uma gestão ponderada deste processo garantindo o seu bom funcionamento dentro do armazém.

1.2 Motivação e objetivos

A empresa Bosch Car Multimedia Portugal, SA é uma empresa do ramo automóvel de produção de autorrádios e sistemas de navegação, pertencente ao Grupo Bosch, com elevados níveis de qualidade e eficiência nos seus processos. A empresa divide a sua área de produção em duas fases: a área de inserção automática, onde se produzem as PCB's (*printed circuit boards*) que são placas eletrónicas para incorporar nos seus produtos tecnológicos, e a área de montagem final onde são montados os componentes mecânicos até obter o produto final. Para suportar as duas áreas de produção, em termos logísticos, a empresa possui um armazém principal onde é rececionada e

armazenada toda a matéria-prima usada na sua produção. Com o crescimento da empresa e do seu volume de vendas, esta sentiu a necessidade de aumentar a sua capacidade de receção de matéria-prima e a sua área de produção, para abraçar novos projetos que surgem frequentemente. Assim, a solução passou por alargar as instalações da empresa e, no final de 2016, foi inaugurado um novo edifício destinado à inserção automática para produção de *PCB's*. Juntamente com esta nova área de produção foi também construído um novo armazém com três cais de descarga, que servirá para rececionar e armazenar o material elétrico a usar nessa área de produção, passando a existir dois armazéns e dois pontos de descarga nas instalações da empresa.

Este projeto tem como objetivo principal transferir os fornecedores de material elétrico, que atualmente são rececionados no armazém principal, para o novo ponto de receção do novo armazém, criando um novo posto de receção e processamento dessa matéria-prima. Será apresentada e aplicada uma *framework* para auxiliar o desenvolvimento do projeto.

1.2 Metodologia adotada

O projeto iniciou com uma pesquisa bibliográfica sobre a área de gestão de armazéns com o objetivo de introduzir o tema e conceder ao leitor algumas definições cruciais que funcionarão como base. Foi também desenvolvido uma *framework* sequencial onde se apresentará as fases e a abordagem para o desenvolvimento do projeto.

A metodologia adotada para a realização operacional do presente projeto será uma abordagem padrão da empresa Bosch. Podemos dividir a metodologia em três tarefas principais: observação e recolha de dados do processo em estudo, recorrendo à ferramenta de gestão SAP ou recolha manual com a ajuda dos colaboradores diretos, de forma a conseguir-se obter dados e converter em informação para abordar o problema; a observação no chão de fábrica para obter-se um conhecimento mais prático das áreas a desenvolver e complementar a informação proveniente dos sistemas informáticos à disposição e, por fim, a implementação das ações planeadas e devidamente ponderadas para conseguir-se alcançar os objetivos estipulados para o projeto.

1.4 Estrutura do documento

O presente documento está organizado da seguinte forma:

- Capítulo 1, o presente, onde está a informação introdutória ao projeto com o enquadramento, motivação e objetivos e a metodologia adotada para o desenvolvimento do projeto;
- Capítulo 2, onde será apresentada uma revisão bibliográfica sobre gestão de armazéns em que os principais temas são: logística e gestão da cadeia de abastecimento, tipos de armazéns, processos de um armazém e *layout* do armazém;
- Capítulo 3, que terá informação sobre a empresa Bosch Car Multimedia, SA e o grupo em que esta se insere, descrevendo também em detalhe o processo atual de receção da empresa.
- Capítulo 4, onde será apresentada uma framework sequencial para o desenho e implementação de postos de receção de matéria-prima. Em cada uma das fases da framework serão apresentadas decisões e ponderações que devem ser tomadas pela equipa que desenvolve o projeto;
- Capítulo 5, que consiste num caso de aplicação da framework na empresa Bosch Car Multimedia, SA. Este capítulo reflete a utilização da framework de forma a desenhar e implementar um novo posto de receção de matéria-prima.
- Capítulo 6, onde é apresentada a conclusão do projeto, as suas limitações e os trabalhos futuros que o projeto ainda necessita.

CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O presente capítulo referente à revisão bibliográfica aborda os conceitos teóricos que sustentam o presente estudo. Por conseguinte, o capítulo inicia-se com um enquadramento base sobre a área da logística como fonte de sustentabilidade competitiva de uma empresa. Posteriormente, é inserida a temática de gestão de armazéns através dos seus processos e atividades. Por fim, são expostos os contributos literários referentes ao desenho de postos de trabalho – objeto central do presente estudo.

2.1. Logística e gestão da cadeia de abastecimento

A par do aumento da concorrência no mercado atual acompanhada da crescente exigência dos consumidores, a gestão e integração dos processos de negócio chave entre os membros da cadeia de abastecimento apresenta-se com um fator crucial para o alcance de vantagem competitiva sustentável para uma cadeia de abastecimento. Efetivamente, um novo paradigma de gestão surgiu nos últimos anos, ou seja, a competição anteriormente realizada entre empresas, atualmente é realizada entre cadeias de abastecimento (Lambert e Cooper, 2000).

Sendo a gestão da cadeia de abastecimento definida como a integração de processos de negócios desde o fornecedor primário até ao utilizador final, com o intuito de fornecimento de produtos, serviços e informação que acrescentam valor para os clientes (Cooper et al, 1997), a Logística apresenta-se como parte do processo da cadeia de abastecimento. Mais concretamente, a gestão logística, segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals* (2013), consiste na parte da cadeia de abastecimento que planeia, implementa e controla de forma eficiente e eficaz o fluxo direto e reverso, bem como o armazenamento dos respetivos produtos, e de toda a informação entre o ponto de origem e o ponto de consumo de forma a cumprir com os requisitos impostos pelos clientes (Carvalho et al., 2010). Assim, a Gestão da Cadeia de Abastecimento envolve o planeamento e a gestão de atividades, como *sourcing*, *procurement*, e todas as atividades Logísticas, para além da coordenação e a procura de colaboração entre parceiros de cadeia, como fornecedores, intermediários, prestadores de serviço ou clientes (Carvalho et al., 2010).

Com origem militar, o termo “logística”, tem presenciado um interesse e influência em áreas como os sistemas de informação e a tecnologia (Carvalho et al., 2010). Tompkins e Smith (1998) referem que a logística no mundo dos negócios é similar à logística na vertente militar, uma vez que o objetivo é tentar, constantemente, encontrar métodos eficientes e eficazes para utilizar os recursos disponíveis. Tompkins e Smith (1998) apresentam a gestão de material derivada do

planeamento e controlo do fluxo de material dentro da empresa, e a distribuição física destinada à movimentação do produto para os restantes intervenientes logísticos, como as áreas principais inseridas no âmbito do conceito logístico (figura 1). Relativamente ao primeiro ponto, Tersine (1994) afirma que a gestão de material é responsável pelo planeamento, aquisição, armazenamento, movimentação e controlo dos materiais e/ou produtos finais, enfatizando o primeiro foco no planeamento e controlo do fluxo.

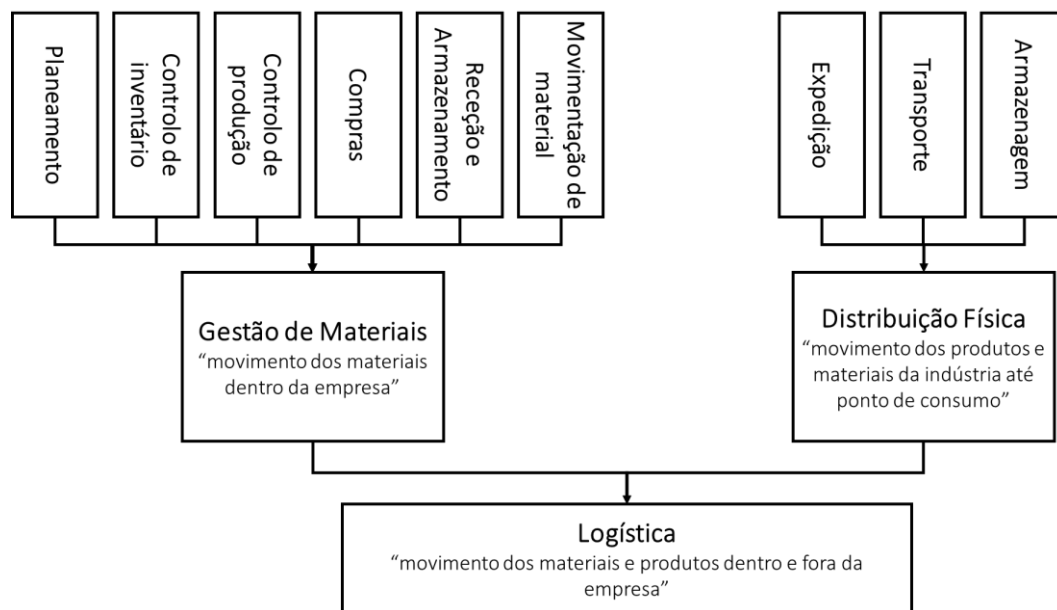


Figura 1: âmbito logístico (Tompkins e Smith, 1998)

2.2. Gestão de armazéns

Na tentativa de gerir os processos da cadeia de abastecimento mais eficientemente, atualmente as empresas criaram instalações centralizadas de produção e armazenagem nas últimas décadas, impulsionando assim a representatividade do papel intermediário crítico dos armazéns entre os membros da cadeia, com implicações ao nível dos custos do serviço ao cliente (Faber et al., 2013). Segundo Faber et al., (2013), a gestão de armazém inclui todos os procedimentos de planeamento e controlo para operar o armazém com o propósito de garantir que as operações funcionem efetivamente e produzam produtos e serviços como pretendido. Assim, os autores distinguem o planeamento como a atividade que envolve a decisão sobre o que deve ser feito, enquanto que o controlo diz respeito à garantia que o resultado desejado (plano) seja obtido.

Atualmente, os armazéns são caracterizados pelo seu papel fundamental na competitividade das cadeias de abastecimento, apresentando-se assim como um alicerce fundamental no sucesso

ou fracasso das empresas. (Baker e Canessa, 2009). O armazenamento preocupa-se, fundamentalmente, com a organização dos produtos retidos no armazém com o objetivo de atingir elevada percentagem de espaço utilizado e de facilitar o manuseio eficiente do material. Assim, semelhante à gestão da produção, o objetivo da gestão de armazém consiste na coordenação eficiente do fluxo de material em todos os processos e atividades do armazém (Faber et al., 2013). Para além do papel crítico dos armazéns perante uma ampla gama de atividades de atendimento ao cliente, bem como a função essencial que desempenham nas operações de muitas organizações (Ling et al., 2008), estes também são significativos de uma perspetiva de custo ao longo de toda a cadeia logística (Baker e Canessa, 2009). Deste modo, a sua gestão é um tópico importante de ser analisado.

Segundo Tompkins e Smith (1998), 50% dos custos totais de um armazém estão relacionados com o trabalho direto. Assim sendo, os autores apresentam 5 objetivos que se devem alcançar para considerar um armazém bem-sucedido:

1. Otimizar o uso do espaço;
2. Otimizar o uso dos equipamentos;
3. Aumentar a eficiência do trabalho direto;
4. Maximizar o acesso a todos os artigos;
5. Garantir a segurança de todos os artigos e trabalhadores.

2.2.1. Tipos de armazém

O armazém é um componente essencial de qualquer cadeia de abastecimento (Gu et al., 2007), podendo este ser de matéria-prima, produto acabado, work-in-process (WIP) ou consumíveis (Tersine, 1994; Muller, 2011). As principais funções de um armazém passam por garantir o *stock* necessário para lidar com flutuações que eventualmente ocorram, agregar produtos provenientes dos diversos fornecedores e entregar aos respetivos clientes e/ou realizar outros processos de valor acrescentado como etiquetagem e caracterização de produto (Gu et al, 2007). Segundo Gwynne (2014) um armazém pode representar vários posicionamentos na cadeia de abastecimento de acordo com as suas funções e tipo de inventário inserido, nomeadamente:

- Armazém de matéria-prima – onde o material e componentes são armazenados perto da produção garantindo a produção contínua;
- Armazém intermediário- armazena produtos temporariamente em diferentes estados de produção que são diferenciados antes da entrega ao consumidor final (*postponement*);

- Armazém de produto acabado – armazenam produtos prontos para venda final, sendo muito utilizado no setor do retalho;
- Armazém de consolidação – recebe os componentes de diferentes fornecedores e agrega-os para expedir para um cliente específico;
- Centro de *cross-docking* – recebe o material pronto a expedir, sendo que o objetivo é receber e expedir no mesmo dia;
- Armazém de triagem – recebe e organiza o material de acordo com o critério de saída;
- *Fullfillment centre* – Armazém desenhado para gerir um grande número de encomendas de quantidade reduzida;
- Armazém de logística reversa – centros de gestão de produtos logísticos como embalagem retornável em trânsito e armazéns públicos (Gwynne, 2014).

2.2.2. Processos do armazém

Um armazém deve funcionar como um local onde todos os produtos recebidos são expedidos o mais breve possível da forma mais eficaz e eficiente possível. Tompkins e Smith (1998) e Rouwenhorst et al., (2000) consideram que a armazenagem tem-se tornado numa competência chave para as empresas alcançarem a vantagem competitiva.

Segundo Tompkins e Smith (1998) as principais funções de um armazém são (figura 2): (1) receber o material do fornecedor, (2) armazenar o material, (3) recolher o material (picking) e (4) expedir o material para o cliente seguinte.

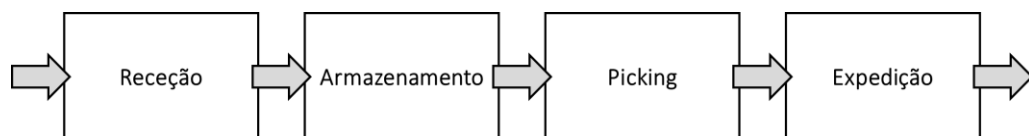


Figura 2: principais funções de um armazém

Perante os quatro processos principais e com base nos estudos de Koster et al., (2007), Gu et al., (2007) e Faber et al., (2013) enumeram-se as seguintes atividades do fluxo de material em armazém, sendo elas:

(1) Manuseamento do fluxo de entrada

O processo de receção de matéria-prima é crucial para um armazém. Assegurar a receção do produto certo, com a quantidade certa, nas condições ideais e na hora acordada é um dos pilares de um armazém. Na operação de receção estão envolvidos dois processos principais: inicialmente é necessário dar entrada no sistema dos artigos que são recebidos em armazém. Numa segunda

fase realiza-se uma análise qualitativa e quantitativa com o objetivo de assegurar que o tipo, a quantidade e a qualidade dos artigos correspondem às especificações requeridas aos fornecedores, ou seja, uma vez que a matéria-prima é recebida nas instalações do armazém é necessário conferir se o material está de acordo com o previsto. Existe um *trade-off* entre o tempo que leva a conferir todo o material que o armazém recebe, o atraso do material para estar disponível para ser utilizado na operação seguinte, o número de não conformidades e o tempo que o processo demora para tratar das mesmas.

Segundo Gwynne (2014), apesar do processo demorar mais um pouco é mais preciso se for feita a contagem do produto primeiro e depois compará-la com a guia de remessa do que utilizar a guia de remessa como um checklist. A tecnologia de *scanner* veio trazer alguma agilidade no processo e mais precisão ao mesmo, uma vez que os produtos podem ser lidos e comparados com a quantidade esperada em tempo real. Uma vez lido e conferido o material fica pronto a ser utilizado no posto seguinte. Guardar e reportar não conformidades na conferência de material é uma tarefa chave no processo de receção de matéria-prima. Gwynne (2014) acredita que muitos dos problemas que são diagnosticados no processo de receção de um armazém podem ser evitados se forem tomadas medidas previamente pelo gestor do armazém ou comprador. Para finalizar o processo de receção, é necessário direcionar os artigos para a zona de armazenamento, ou, em alguns casos, para uma outra área da empresa onde estes estão a ser requeridos

A receção e a expedição são a interface do fluxo de material de um armazém, uma vez que são atividades que envolvem a alocação do camião ao respetivo cais e o planeamento de cargas e descargas. Gu *et al.* (2007) afirmam que a tomada de decisões numa área de receção de matéria-prima está limitada pelo conhecimento prévio sobre as descargas a realizar. Assim, os autores referem que nos armazéns mais tradicionais, o material recebido é retido em armazém para mais tarde ser recolhido (*picking*) e expedido. Nestes casos, as decisões mais elementares nas operações de receção de matéria-prima são baseadas na seguinte informação:

1. Informação sobre as descargas a chegar, como a hora de chegada do camião e o seu conteúdo;
2. Informação sobre o layout do armazém e os recursos disponíveis para o manuseamento da matéria-prima.

(2) Alocação à localização do produto, também designado *put-away*.

Nestes processos estão incluídas operações como o manuseamento do material, verificação da posição de armazenamento e alocação do material na posição correspondente. Para a eficiência desta atividade, é necessário salientar o planeamento dos circuitos bem como do *layout* do armazém.

(3) Armazenamento do produto, ou seja, a permanência física dos artigos em armazém, sendo que o método de armazenamento poderá variar consoante a dimensão, quantidade e características do artigo. Assim poderemos ter:

- Armazenamento por agrupamento
- Armazenamento pelos dados logísticos do material (dimensão e peso)
- Armazenamento por consumo (rotação)
- Armazenamento por setores de montagem

(4) Alocação do produto à localização do *stock* da encomenda

A área destinada ao armazenamento poderá consistir:

- Área de localização de reserva, onde os produtos são armazenados da forma mais económica (normalmente, em altura)
- Área de localização de *picking*, onde os produtos são colocados após o reabastecimento da paleta da localização de reserva para esta localização, normalmente, ao nível do solo, de forma a facilitar a operação de *picking*.

(5) Realização do *batching* e lançamento da encomenda

Para a realização da atividade de *picking*, atividade caracterizada por um papel crucial na gestão da cadeia de abastecimento, tanto do ponto de vista do sistema de produção, como do ponto de vista das atividades de distribuição física, é necessário a receção das encomendas e desenho do circuito para o *picker* realizar a operação.

(6) Picking da encomenda

Tompkins e Smith (1998) define *order picking* como a retirada do armazém do produto correto na quantidade certa de forma a satisfazer os requisitos do cliente. Segundo Koster *et al.* (2007), *order picking* envolve o processo de agrupar as ordens do processo cliente, localizar o *stock*, retirar esse stock do seu local de armazenamento e prepará-lo para ser enviado para o processo seguinte. Nesta etapa, de elevada influência na eficiência e custo total do armazém, é necessário a definição do processo e da zona de *picking*.

Na literatura vários autores identificam o processo de *order picking* como o responsável por maior fatia dos custos totais de um armazém. Staudt et al., (2015), conclui que mais de 60% de todos os custos operacionais associados a um armazém típico podem ser atribuídos ao *picking* da encomenda. Por conseguinte, o processo de *picking* consiste na atividade mais cara do armazém devido a uma intensiva utilização de mão-de-obra (*picking* manual) ou muito intensivo em capital/tecnologia (*picking* automático). Assim, a bibliografia analisada sobre este tema classifica o processo de *order picking*, segundo os sistemas que são utilizados, de acordo com a utilização de recursos humanos ou recursos automáticos:

I. No que diz respeito à utilização de recursos humanos salienta-se o sistema *picker-to-parts* (termo que sugere que o operador se dirige ao local onde estão armazenadas as peças). Nesta categoria os componentes armazenados encontram-se num local fixo, pré-definido, e o operador (*order picker*) retira-os consoante as necessidades do processo cliente. Tompkins e Smith (1998) afirma que se o armazém não tiver um sistema de localização dos componentes, deve-se fazer pesquisa dos componentes enquanto o operador se desloca pelo armazém. No caso de o armazém possuir um sistema informático capaz de localizar o material, a tarefa de pesquisa é mínima, no entanto, o deslocamento continua a ser uma atividade que não agrega valor ao produto e que deve ser minimizada. Existem dois tipos de sistemas *picker-to-parts*:

- a. O processo de *picking* pode ser realizado ao nível do solo (*low-level*) onde o operador desloca-se ao longo do armazém retira o componente do local onde está armazenado e coloca-o num carrinho de *picking* (*picking-to-cart*)
- b. O processo de *picking* pode ser realizado em altura, onde o operador desloca-se pelo armazém a bordo de um veículo com tração própria com uma paleta acoplada (na Bosch conhecidos por *order picker's*), deslocando-se na horizontal e em altura e recolhe o material necessário (*pick-to-pallet*). Existem também sistemas automáticos que reduzem o deslocamento do operador alocado à função de *picking*, em que este está

alocado a um tapete rolante, ou sistema automático onde coloca o material recolhido (*pick-to-roller*) (Tompkins e Smith, 1998)

II. Por outro lado, a utilização de máquinas automáticas incide nos sistemas de *picking* na categoria *part-to-picker* (termo que sugere que os componentes é que se movimentam em direção ao operador de *picking*): tal como o nome indica, neste tipo de *picking* os componentes ou os locais de armazenamento onde os componentes estão alocados são levados para a posição de *picking* onde o operador retira o material de acordo com as necessidades. Depois de recolher a quantidade necessária, os componentes restantes voltam a ser armazenados na posição inicial. Para este tipo de *picking* são utilizadas máquinas automáticas de armazenamento e recolha de material, tipicamente designadas de AS/RS (Koster *et al.* 2007). Gwiynne (2014) enumera várias vantagens que se podem obter através deste sistema quando se compara com o sistema de *picker-to-parts*, sendo que a que se destaca é a redução do tempo de deslocamento do operador que deixa de ser necessário. No sistema de *picker-to-parts* a tarefa mais demorada que o operador realiza é, precisamente, a deslocação ao local onde o componente a retirar está armazenado. O autor enumera outras vantagens como a segurança do material enquanto é transportado no AS/RS e a elevada produtividade do processo.

(7) Embalagem

Após a realização da atividade de *picking*, os artigos necessitam de serem agrupados consoante as encomendas efetuadas por cada cliente, podendo este ser interno ou externo.

(8) Marshalling

O material é agregado numa área destinada à organização e preparação da encomenda, da forma mais eficiente e rápida possível.

(9) Atividades de logística de valor acrescentado

Estas atividades caracterizam-se pela incorporação no artigo de particularidades através do acréscimo de alguma operação. Kłodawski *et al.* (2017) refere a transformação dos materiais manipulados, mais concretamente, os processos de valor acrescentado derivados de uma possível personalização, consolidação e/ou embalagem.

(10) Cross-docking

Cross-docking é um processo que ocorre em armazéns, onde os produtos passam diretamente da receção para a expedição sem serem armazenados.

(11) Expedição

A última etapa consiste na verificação da completude das encomendas e da conformidade dos requisitos de qualidade necessários. Para além destas atividades de confirmação da encomenda, também é necessário preparar a vertente documental para posteriormente os produtos saírem do armazém para o respetivo destino.

2.2.3. Layout do armazém

O *layout* do armazém desempenha um papel importante na eficiência da logística e sucesso comercial da empresa. Tompkins e Smith (1998), perante os objetivos principais de um armazém, referem que sem um bom *layout*, não é possível alcançá-los, sendo eles a maximização da eficiência do uso de espaço, do uso do equipamento, do uso dos recursos humanos, da acessibilidade a todos os produtos e da proteção de todos os produtos. Assim, os autores referem que antecedendo o planeamento do *layout*, é necessário determinar os objetivos específicos do layout do armazém, sendo eles:

- a. Utilizar o espaço eficientemente
- b. Manuseamento de material o mais eficientemente possível;
- c. Providenciar o armazenamento do modo mais económico possível, em relação aos equipamentos disponíveis e à utilização do espaço disponível, tendo em consideração os possíveis danos nos materiais, manuseamento e segurança em todas as atividades desenvolvidas dentro de um armazém;
- d. Apresentar um *layout* que permita ter a máxima flexibilidade de forma a ir de encontro às mudanças de armazenamento e requisitos de manuseamento;
- e. Tornar o armazém num local arrumado.

A atividade de *picking*, apresentada como de elevada relevância para a produtividade de um armazém e consequentemente onde as melhorias são mais significativas (Koster et al. 2007), encontra-se fortemente relacionada com o *layout* da área de armazenamento. Segundo Koster et al. (2007), no contexto de *picking* da encomenda, o desenho do *layout* diz respeito a dois problemas: (1) o *layout* da infraestrutura que contém o sistema *picking* dos produtos e (2) layout dentro do sistema de *picking*. Relativamente ao ponto (1), Koster et al. (2007) aponta questões relativas ao número de localizações e dimensões dos corredores, por exemplo. No que diz respeito ao ponto (2), o *layout* dentro do sistema de *picking* é influenciado pelas características de procura do produto podendo existir a divisão do layout em classes com base no método de Pareto (figura

3). As políticas de aprovisionamento utilizadas também impactam com o desenho do *layout* do armazém como é o exemplo de utilização das localizações de reserva e de *picking*. Por fim, também as políticas de roteamento impactam com o desenho do *layout* dentro do sistema de *picking*, sendo um dos exemplos a estratégia de transversão, ou seja, a situação em que o *picker* entra no corredor através de uma extremidade e sai por outra (Dallari et al., 2009).

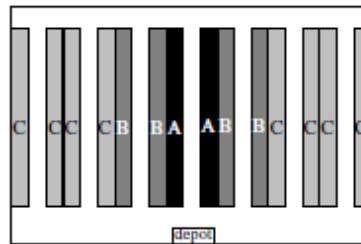


Figura 3: Configuração do layout (Koster et al., 2007)

Relativamente ao *layout* de armazém, a definição do design mais apropriado depende das suas condições operacionais específicas e características, devendo assim considerar não só as áreas de *picking* como também a área de receção e expedição de material.

2.2.4. Desempenho da gestão de armazéns

No que diz respeito à avaliação da performance, Tompkins e Smith (1998) apresentam uma *framework* para a excelência do armazém onde incluem os intervenientes a montante e jusante da cadeia, para além da imposição da ideia de melhoria contínua, intrínseca à filosofia *lean*, através de uma analogia ao ciclo PDCA (planear, fazer, controlar e adotar). Os mesmos autores, perante as atividades inerentes à operação do entreposto, apresentam dez categorias de avaliação das operações num armazém:

1. Serviço ao cliente
2. Sistemas de controlo
3. Controlo de inventário
4. Utilização de espaço
5. Produtividade;
6. *Layouts*;
7. Tipos de equipamento;
8. Utilização de recursos;
9. Infraestruturas;
10. Manutenção e segurança.

A adoção de novas filosofias de gestão, como o *Just-InTime* (JIT) ou o pensamento *lean*, segundo Gu et al. (2007), impulsionou novos desafios para os sistemas de armazém, nomeadamente um controlo de inventário mais apertado, tempo de resposta mais curto e uma maior variedade de produtos. Paralelamente, a implementação de novas tecnologias de informação (p.e., codificação de barras, comunicações de radiofrequências e sistemas de gestão de armazém, WMS), apresentaram-se como novas oportunidades para melhorar as operações de armazém. Com base nestas alavancas operacionais, Gunasekaran et al., (1999) apresentam um modelo conceitual, desenvolvido com vista a uma otimização da eficácia das operações de armazenamento na tentativa de melhoria dos níveis de serviço ao cliente. Para isso, introduziram questões de melhoria das operações sob duas perspetivas:

- JIT, segundo os autores, relaciona-se com o sistema pull, minimização do inventário, confiabilidade dos fornecedores, manutenção preventiva e eliminação de *buffers*, impulsionando assim o agendamento das operações e a redução do tempo de entrega.
- TQM (*total quality management*) relacionada com o controlo total da qualidade, melhoria contínua, formação contínua e ergonomia, ajudando a melhorar a eficácia e controlo da qualidade nas operações de armazenagem.

Rouwenhorst et al. (2000) discutiram os critérios de desempenho e o processo de design de armazém abordando os três níveis de gestão: estratégico, tático e operacional.

- A nível estratégico (decisões com impacto a longo prazo), os autores apresentam as decisões relativas à conceção do fluxo do processo e à seleção dos tipos de sistemas de armazenagem.
- No nível tático (decisões com impacto a médio prazo), as decisões apresentam-se como resultados das decisões estratégicas e geralmente correspondem à dimensão dos recursos (sistema de armazenamento e número de recursos humanos necessários) e determinação de *layout*.
- Por fim, a nível operacional (decisões com impacto a curto prazo), uma vez que as interfaces entre os diferentes processos são tipicamente tratadas dentro dos níveis estratégicos e tático, isso implica que, no nível operacional, as políticas têm menos interação e, portanto, podem ser analisadas de forma independente. Deste modo, as principais decisões neste nível dizem respeito a tarefas e problemas de controlo de pessoas e equipamentos.

Por fim, Gu et al. (2007) apresentam uma *framework* relativa à avaliação do desempenho do armazém onde incluem os seguintes domínios interligados na avaliação do desempenho de um armazém:

- A. Desenho do armazém incluindo a estrutura global do armazém, o *layout* do departamento, estratégia da operação, seleção do equipamento e dimensionamento/tamanho do armazém;
- B. Operações inseridas no mesmo, nomeadamente as quatro categorias principais anteriormente referenciadas: receção, armazenamento, *picking* e expedição.

CAPÍTULO 3 – APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Em 1886, Robert Bosch fundou a “Oficina de Mecânica de Precisão e Engenharia Elétrica” em Estugarda. Este foi o nascimento da empresa globalmente ativa Robert Bosch GmbH. Desde o início da sua história que esta empresa se tem pautado pelo compromisso social e por uma orientação inovadora. O Grupo Bosch é líder mundial no fornecimento de tecnologia e serviços.

A empresa emprega cerca de 375.000 colaboradores em todo o mundo (dados de 31-12-2015), que contribuíram para uma faturação de 70,6 mil milhões de euros em 2015. As operações do Grupo estão divididas em quatro áreas de negócio: soluções de mobilidade, tecnologia industrial, bens de consumo, e tecnologia de energia e edifícios.

Na figura 4 apresenta-se uma visão global do Grupo Bosch. O Grupo Bosch é composto pela Robert Bosch GmbH e cerca de 440 subsidiárias e empresas regionais presentes em aproximadamente 60 países.

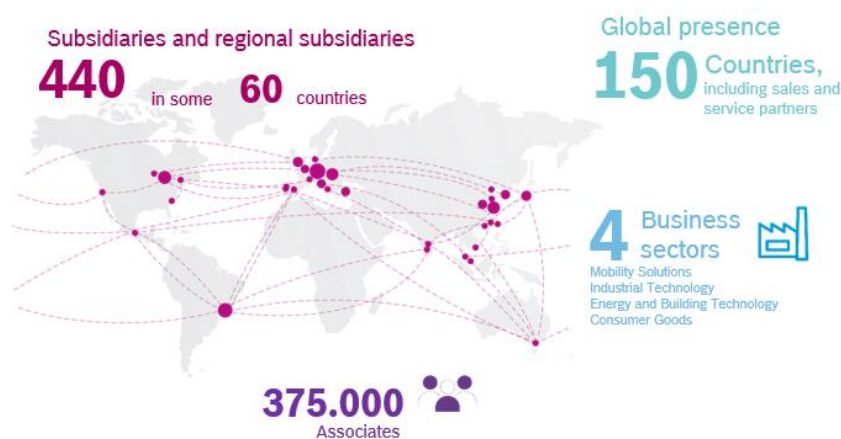


Figura 4: Visão global do Grupo Bosch

A Bosch tem como *slogan* “Tecnologia para a Vida”, tal como é apresentado na figura 5. O seu objetivo estratégico passa por fornecer inovações para uma vida conectada, através dos seus produtos concebidos para cativar e melhorar a qualidade de vida das pessoas através das suas soluções úteis e inovadoras.



Figura 5: Slogan da Bosch

3.1 Bosch em Portugal

A história da Bosch em Portugal inicia-se em 1911 quando Gustavo Cudell inaugura o 1º escritório de vendas da Bosch em Portugal. A Bosch em Portugal pertence ao Grupo Robert Bosch GmbH e está representada em quatro cidades: Aveiro (Bosch Termotecnologia), Braga (Bosch Car Multimedia Portugal), Lisboa (Robert Bosch) e Ovar (Bosch Security Systems). Na figura 6 estão descritas as divisões Bosch existentes em Portugal, o número de colaboradores, a sua área e os seus valores de faturação, assim como os valores gerais do país.

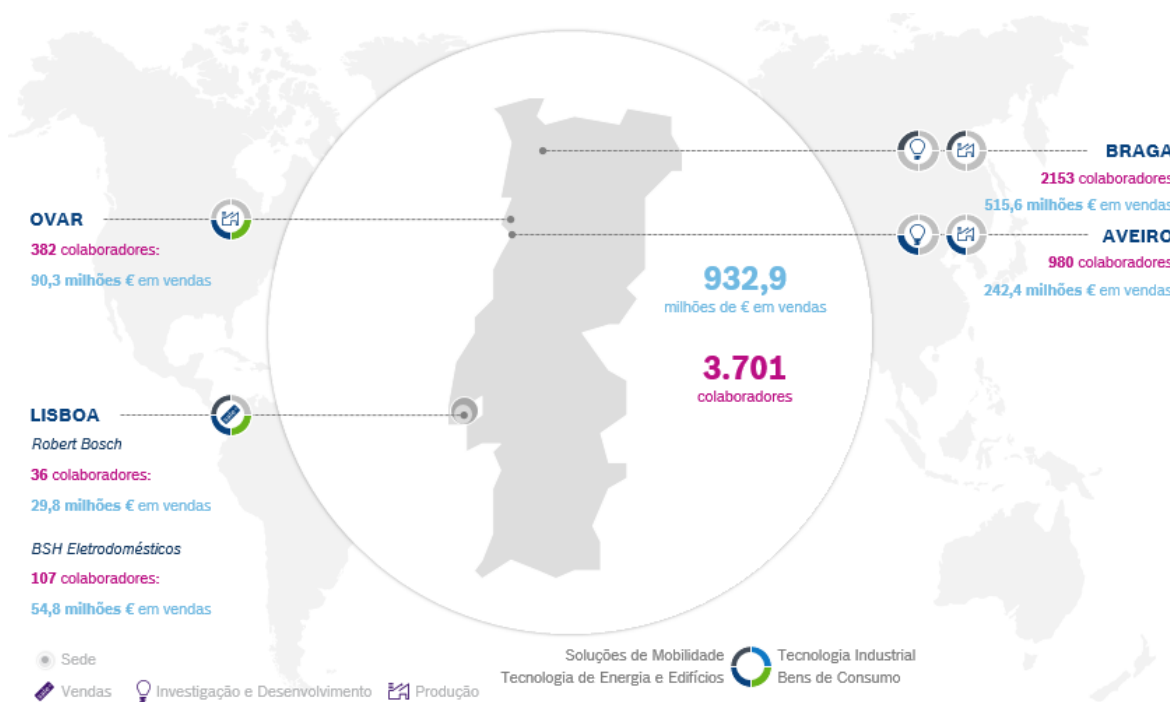


Figura 6: o Grupo Bosch em Portugal

Verifica-se que a Bosch sediada em Braga é a maior empresa do grupo em Portugal, não apenas no que diz respeito ao número de colaboradores, mas também relativamente aos níveis de faturação.

3.2 Bosch Car Multimedia Portugal, S.A.

A Bosch em Braga foi fundada em 1990 sob a designação Blaupunkt Auto-Radio Portugal Lda. e produzia autorrádios para a marca Blaupunkt. Em 2008, a divisão Car Multimedia (CM) foi reestruturada e a marca Blaupunkt foi vendida juntamente com o negócio do segmento de pós-venda de rádios.

Com o passar dos anos, o *know-how* da empresa tornou-se numa referência, construindo uma reputação sólida no mercado eletrónico, caracterizada pela sua capacidade em produzir produtos cada vez mais complexos com alta qualidade e flexibilidade.

A visão da BrgP torna-se numa referência mundial no setor eletrónico ao atingir a excelência empresarial necessária para um futuro sustentável. A sua missão passa pela agilidade e flexibilidade, estando à altura das expectativas dos clientes. Desenvolver soluções inovadoras através das competências dos colaboradores, promovendo o trabalho cooperativo para melhorar o desempenho e a competitividade da organização.

Na figura 7 estão destacadas de um modo abrangente, através de uma vista aérea, as principais áreas da fábrica, destacando-se a zona do armazém e área de logística, visto que foi baseado nas atividades que acontecem nesta zona que esta dissertação foi elaborada. Todo o tipo de mercadorias que entram e saem da Bosch Braga tem de passar pela logística.



Figura 7: Bosch Car Multimedia Portugal, S.A. (Bosch, 2015)

3.3 Departamento de Logística

A logística assegura a existência dos materiais, na quantidade correta, com a qualidade assegurada, no lugar correto no momento exato para o cliente correto com o custo certo. Existe um compromisso muito forte com os princípios enumerados anteriormente e, aliando tecnologias e ferramentas modernas com o conhecimento e experiências dos colaboradores é possível assegurar que todos os envolvidos no processo estão satisfeitos.

A visão do departamento de logística é desenhar e gerir processos logísticos ágeis para os seus clientes. Este departamento tem como principais tarefas assegurar o cumprimento das encomendas dos clientes, planear a produção, comprar matéria-prima, gerir o armazém, logística

interna, envios e atividades de faturação, coordenar e suportar os projetos logísticos da fábrica de Braga e suportar e desenvolver qualidades técnicas e pessoais dos colaboradores do departamento de LOG.

Visto que o projeto que serviu de base a esta dissertação se realizou no departamento de LOG, mais concretamente LOG 1, na lista que se segue estão enumerados todos os departamentos abrangidos pela secção LOG, bem como algumas das suas principais tarefas.

- LOG 1:
 - Gestão das encomendas do cliente;
 - Planeamento da produção;
 - Expedição.
- LOG 2:
 - Desenvolvimento de embalagem do cliente e da matéria-prima para montagem final;
 - Abastecimento à produção;
 - Otimização dos *milk-runs* internos para abastecimento.
- LOG 3:
 - Contacto com os fornecedores;
 - Aprovisionamento de matéria-prima;
 - Gestão e integração de fornecedores.
- LOG 4:
 - Organização de transportes por camião;
 - Controlo de fretes (importação e exportação);
 - Organização de transportes urgentes.
- LOG-P:
 - Realização de projetos e suporte às várias áreas da logística da empresa;
 - Implementação de princípios da metodologia *lean*;
 - Melhoria de processos chave da cadeia de abastecimento.
- LOG C:
 - Fazer previsões para a evolução dos custos logísticos;
 - Coordenar projetos com elevado impacto financeiro;
 - Análise de *stocks*.

3.4 Clientes

A Bosch Car Multimédia Portugal S.A., já foi distinguida com diversos prémios destacando-se em 2015 o *EFQM Excellence Award “PEX-SPQ 2012”* ou o Prémio EDP em 2014. Os prémios recebidos comprovam os altos padrões de qualidade da fábrica da Bosch em Braga, atraindo clientes de excelência.

Tal como se pode verificar na figura 8, o leque de clientes da Bosch é muito vasto e versátil pois, não são clientes orientados apenas para a produção automóvel, mas também para produtos de uso doméstico.



Figura 8: Clientes BrgP

Destaca-se o facto de esta fábrica ser fornecedora de outras fábricas do Grupo Bosch, principalmente as que estão ligadas ao ramo da Termo tecnologia. Nos clientes do mercado automóvel evidenciam-se as várias marcas de veículos topo de gama, assim como os clientes de veículos pesados, demonstrando a versatilidade dos produtos elaborados. Outro ponto a destacar é o facto de esta fábrica fornecer países Americanos, Asiáticos e Africanos, mas estando o *core* dos seus clientes no mercado Europeu.

3.5 Portefólio

Hoje em dia, a fábrica de Car Multimedia de Braga possui um portefólio de produtos alargado que inclui: sistemas de navegação, sistemas de instrumentação e autorrádios de alto nível para a indústria automóvel, sensores de ângulo de direcção para o sistema ESP, controladores eletrónicos para equipamento de aquecimento, e controlos eletrónicos para eletrodomésticos. A Bosch Car Multimedia soube adaptar-se às necessidades do mercado, evoluindo ao mesmo ritmo

que este e, uma fábrica que produzia quase exclusivamente autorrádios evoluiu oferecendo novos e modernos produtos que vão além da área multimédia dos automóveis.

Na figura 9 estão alguns exemplos de mecanismos produzidos pela Bosch Braga e os produtos finais onde são aplicados, neste caso o seu destino é a aplicação no ramo automóvel oferecendo soluções de navegação e entretenimento.



Figura 9: *Sistemas de Navegação e Info-Entretenimento (Bosch, 2015)*

Estão representados na figura 10 alguns dos produtos do âmbito dos sistemas de instrumentação tais como *displays* ou sistemas de controlo, em que o seu destino final é também a aplicação no ramo automóvel.



Figura 10: *Sistemas de Instrumentação (Bosch, 2015)*

A figura 11 apresenta o leque de produtos mais direcionados para veículos da vertente comercial que engloba por exemplo autorrádios ou sistemas de controlo para camiões, que contribuem para a otimização dos veículos, agrupando várias soluções, nas quais seriam necessários vários componentes num só.



Figura 11: *Sistemas Profissionais (Bosch, 2015)*

Apresentam-se na figura 12 vários produtos que se desviam do âmbito da multimédia de automóveis, como por exemplo o sensor do ângulo da direção que é aplicado em veículos da marca Ferrari ou, controladores eletrónicos para esquentadores.



Figura 12: *Sistemas de Manufatura (Bosch, 2015)*

3.6 O processo atual de receção de matéria-prima da empresa

O processo de receção de matéria-prima inicia com a chegada do fornecedor ou transitário na sua janela de descarga definida de forma consensual entre as partes. Assim que o camião que transporta o material chega às instalações da empresa, este atraca num cais de descarga de acordo com o tipo de matéria-prima que transporta. O armazém da empresa é constituído por 5 cais

devidamente numerados e divididos entre a receção e expedição. O cais 1 e 2 estão alocados à receção e o cais 4 e 5 à expedição, ficando o cais 3 partilhado entre as duas áreas com o objetivo de obter alguma flexibilidade no processo de carga/descarga. Uma vez que este projeto é essencialmente sobre receção de matéria-prima, este capítulo focar-se-á apenas nos cais dedicados à receção, mais concretamente no cais 1 onde é recebido o material elétrico para usar nas linhas de inserção automática, uma vez que este é o material que será rececionado no novo armazém construído.

Após o fornecedor ou transitário atracar no cais indicado, inicia-se o processo de descarga. A primeira tarefa realizada é verificar se o fornecedor chegou na sua janela de descarga definida. A receção possui um gráfico de gestão das janelas de descarga onde são anotados os desvios em relação aos acordos entre a empresa e os fornecedores. Na figura 13 pode-se visualizar o gráfico de gestão semanal dos desvios de descargas em relação ao planeado.



Figura 13: Gráfico de registos de desvios das janelas de descarga

Após esta verificação do cumprimento da janela de descarga é iniciada a descarga do material propriamente dita. O material recebido no cais 1 tem como características o baixo volume e o vasto número de referências em cada caixa. Os operadores alocados à operação de descarga colocam as caixas numa palete e retiram os documentos de transporte a elas agregadas. A figura 14 apresenta essa atividade de agregar as caixas do fornecedor ou transitário numa palete para serem transportadas para a tarefa seguinte.



Figura 14: Atividade de agregar as caixas numa paleta

À medida que o colaborador vai colocando as caixas na paleta, este vai retirando as guias de transporte de cada caixa, e coloca-as numa pasta. Assim que a paleta com as caixas de matéria-prima atinja a altura máxima de 1.10 metros, dá-se por concluída a tarefa e o colaborador deve identificar esta paleta e a respetiva pasta com as guias de remessa. A figura 15 ilustra a identificação da paleta e da respetiva pasta.



Figura 15: Identificação da paleta de matéria-prima e da respetiva pasta de documentos

Esta identificação das paletes com a matéria-prima e a respetiva pasta com os seus documentos é crucial para se conseguir identificar em que paleta está um determinado produto. Logo após esta identificação, os documentos presentes na pasta de cada paleta são lançados no sistema ERP da fábrica. O operador designado a desempenhar esta função lança o material no sistema de acordo com as referências e quantidades presentes na pasta das guias de transporte. Com o lançamento de uma referência no sistema é gerado um documento interno designado de

MIGO que é agrafado ao documento de transporte. Após lançar todas as faturas que constituem a pasta, o arquivo volta a ser colocado sobre a paleta com a mesma identificação.

Terminada a fase de lançamento do material informaticamente, a paleta é transportada para a fila de espera dos postos de conferência de matéria-prima. A regra da fila de espera é o FIFO que garante que as paletes são conferidas de acordo com a ordem de chegada. Para garantir que esta regra é cumprida existe um sistema de rolamentos como ilustra a figura 16.



Figura 16: Filas de espera de matéria-prima

O armazém principal contém 3 postos de conferência onde o colaborador abre as caixas da matéria-prima e confere a quantidade e número de peça de acordo com a fatura presente na pasta da respetiva paleta. Para além desta conferência o colaborador também verifica se a matéria-prima tem danos, verificando se cumpre com os requisitos de qualidade, sendo que em caso de desvios é realizada uma reclamação logística ao fornecedor. Depois desta verificação ser feita o colaborador envia o material para o novo armazém construído na empresa, criando uma TO (*transfer order*) que indica o código de peça, a quantidade e o destino em armazém e anexando-a à respetiva matéria-prima. A figura seguinte ilustra um exemplo de uma TO.




Tip. depós. dest. 108	 BOSCH	Centro / Depósito 8150/8130		
Área armaz. dest.	Transf. estoque	Tip. moviment 0	1114762743	
FG 0204-09				
Angelegt am: 24.05.2017	Zeugnis:	Peso: 0,200 KG	Fornecedor: 126513	Data vencimento: 12.05.2018
Tip. dep. origem: 817	Área. armaz. orig: 001	Centro custo:	Local descarga:	Lote:
Pos. dep. origem 381	Lote fornecedor	Nível revisão / Nº modificação / 881-20170511	Nº NT 0000000000	Tip. unid. SB
			Qtd. embal. actl 5.000,000	Usuário MAR4BRG
Material: 8928.230.054	Denominação: RESISTENCIA SMD;	Qtd. teor. origem: 5.000,000	PÇ	Lote controle: 010005139724
Material: 			Stock restante: 5.000,000 PÇ	
Lote		Pos. dep. origem 		
Nº OT: 0034422440 / 0001				

Figura 17: Exemplo de uma transfer order para o armazém

Depois de colocar a TO na caixa da matéria prima correspondente esta caixa é colocada num espera-paleta que aguarda que seja preenchido para ser transportado. A figura seguinte apresenta o espera-paleta referido.



Figura 18: Espera paletes para enviar material para novo armazém

Assim que a paleta com a matéria-prima processada está completa, esta é transportada para uma área previamente definida (ponto A), onde será recolhida e transportada para o armazém de componentes elétricos. Atualmente, apenas são utilizados 2 dos 3 novos cais do novo armazém

construído: um para o fluxo de PCB's e *containers* para o seu transporte entre a área de inserção automática e a área de montagem final e outro para este fluxo de material elétrico, que é rececionado e processado no armazém principal e transportado para o novo armazém de componentes elétricos. A figura seguinte apresenta o fluxo de material elétrico na empresa.

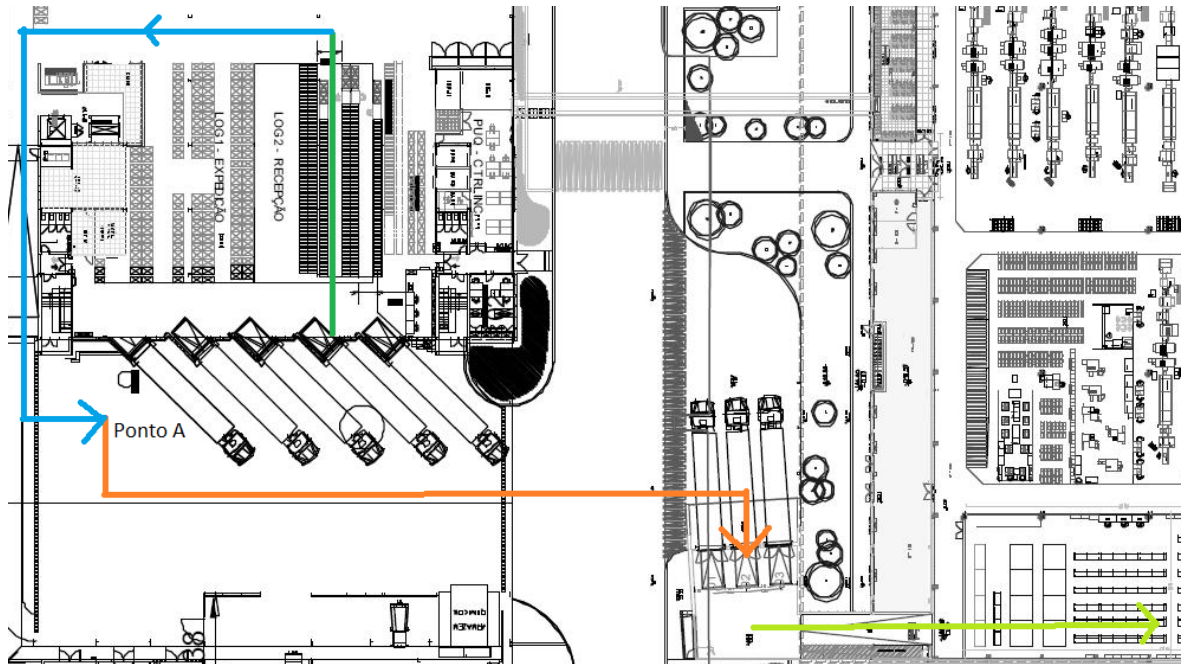


Figura 19: Fluxo atual de matéria-prima para a inserção automática

Este transporte de matéria-prima processada é assegurado hora a hora por um colaborador que está responsável por recolher o material do armazém principal e deixá-lo no novo armazém da fábrica. Com o presente projeto o objetivo é eliminar o fluxo de material ilustrado a verde, azul e laranja na imagem 19, fazendo com que esta matéria-prima seja rececionada diretamente no novo cais de descarga (à direita na imagem acima).

CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DE FRAMEWORK PARA DESENHO E IMPLEMENTAÇÃO DE POSTOS DE RECEÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA

Esta secção apresenta uma framework desenvolvida para suportar um projeto de desenho e implementação de um posto de receção de matéria-prima, explicando-se detalhadamente os passos a realizar em cada fase. A figura 20 ilustra a sequência de fases da framework proposta para praticantes que tencionam desenhar e implementar um posto de receção de matéria-prima num armazém industrial. A framework é constituída pelas seguintes fases: Estratégia e Motivação, Equipa do Projeto, Desenho de Fluxo dos Materiais, Desenho do Posto de Trabalho, Desenho do Sistema de *Putaway*, Identificação do Fornecedor Piloto, Teste ao Conceito e Implementação, Avaliação e Estandardização. Durante cada fase desta framework serão discutidas as decisões, considerações e detalhes que o autor deste documento considera relevantes.

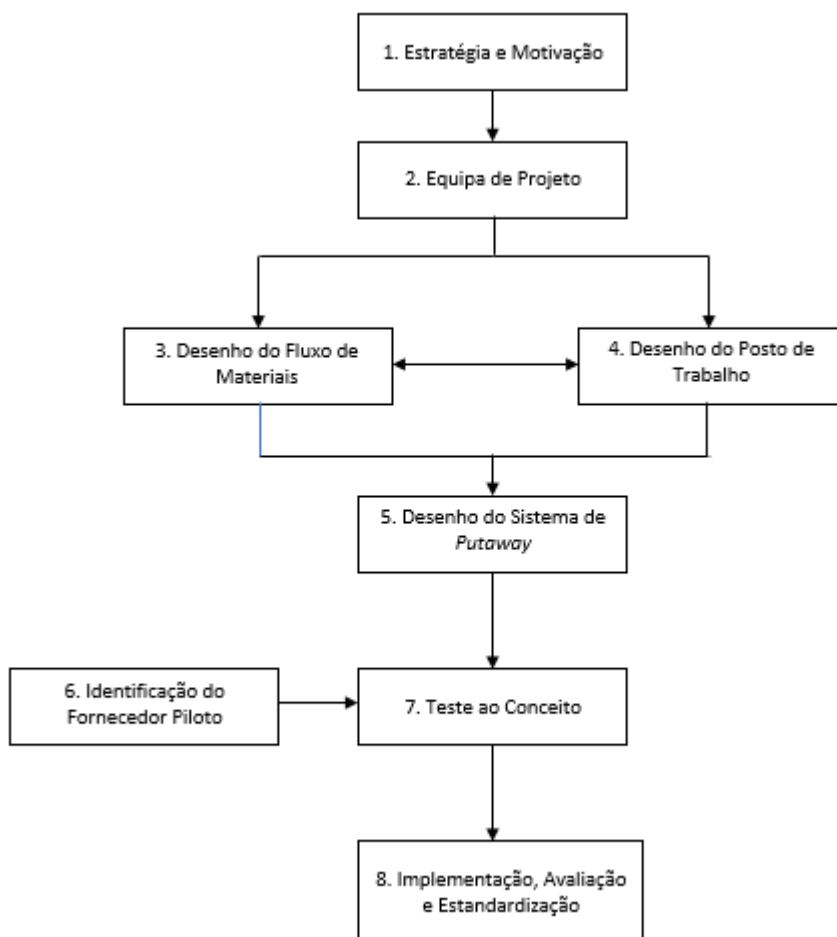


Figura 20: Framework sequencial de implementação de um posto de receção de matéria-prima

Fase 1 - Estratégia e Motivação

Nesta fase inicial é importante identificar qual a motivação da empresa para realizar um determinado projeto. De forma a garantir a sustentabilidade de qualquer projeto, este deve estar alicerçado numa estratégia previamente definida. Várias decisões devem ser tomadas pelos diferentes níveis hierárquicos da organização existindo uma clara distinção entre as decisões que se devem tomar em cada uma desses níveis. Nesta fase preliminar do projeto, a gestão de topo da organização deve refletir, ponderar e tomar decisões que garantam que o projeto a desenvolver estará devidamente sustentado e planeado, como o prazo do projeto, o orçamento, a área reservada para o novo processo e as áreas e departamentos que abrangem o projeto final.

É também nesta fase que se definem os objetivos principais do projeto, comunicando-os para a equipa que ficará responsável pelo desenvolvimento do mesmo. Alguns exemplos dos objetivos do projeto são a redução do lead-times do processo e a melhoria da qualidade do processo.

Outro aspeto importante é assegurar que a estratégia da gestão de topo está alinhada com a gestão departamental e operacional. Este alinhamento deve existir ao longo da hierarquia da organização de forma a evitar que sejam alocados recursos, tempo e dinheiro a um determinado projeto sem que este seja devidamente aprovado pela gestão da organização.

Fase 2 - Equipa do Projeto

Depois do projeto estar devidamente sustentado e suportado pela organização inicia-se o processo de criação de uma equipa dedicada ao projeto. Nesta fase, o principal objetivo é organizar um conjunto de pessoas que ficarão responsáveis pela execução e controlo do projeto de desenho e implementação de um posto de receção de matéria-prima. A equipa de projeto ficará responsável por planejar as alterações necessárias para a execução do projeto, comunicá-las às áreas envolvidas, implementar essas mesmas alterações e monitorizar o projeto à medida que este se desenvolve.

É então sugerido que esta fase do projeto seja iniciada com a seleção de pessoas para incorporar uma equipa multidisciplinar e flexível, capaz de lidar com as eventuais oscilações e incertezas inerentes ao processo. É fortemente recomendado que sejam incorporadas diferentes pessoas de diferentes níveis hierárquicos da organização, desde chefes de secção, engenheiros Industriais, supervisores de turno e operadores diretos de armazém. Integrar os operadores na fase de desenho e planeamento do projeto é um fator-chave para o sucesso do mesmo, uma vez que esses operadores conhecem o processo com detalhe e munem uma perspetiva mais operacional

do projeto. A criação de uma equipa multidisciplinar é crucial para o desenvolvimento do projeto, sendo que é importante que a equipa do projeto seja constituída, pelo menos, por um elemento da área de gestão, um de informática, um de gestão de armazéns, um de gestão de projetos e pelo menos dois elementos ligados diretamente à operação.

Antes do projeto avançar para a fase seguinte é importante que objetivos principais definidos pela gestão da organização sejam transmitidos à equipa do projeto e esta deve definir quais os KPI's (*key performance indicator*) que deve monitorizar ao longo do projeto. Na implementação de um posto de receção e conferência de matéria-prima, KPI's como o número de fornecedores que o posto está a receber, lead time do processo, o número de unidades de manuseio processadas por unidade de tempo, o tempo que as unidades de manuseio aguardam em filas de espera e o número de unidades de manuseio que aguardam o seu processamento devem ser monitorizados.

Fase 3 - Desenho de Fluxo de Materiais

Esta fase refere-se ao mapeamento e definição do fluxo de matéria-prima que está inerente ao projeto. Para receber e processar material num posto de trabalho de um armazém de matéria-prima é necessário que sejam definidos alguns fluxos de material, de forma a garantir que este chega ao local pretendido da forma mais rápida e eficiente. Desta forma, o objetivo principal é identificar e definir fluxos de material que devem existir para colocar o posto de receção em funcionamento.

A equipa de projeto deve analisar os principais fluxos de material desde a sua entrada no armazém até ao final do seu processamento no posto idealizado. A primeira operação realizada quando um fornecedor atraca no cais de um armazém é a descarga do material. Esta tarefa tem como objetivo receber toda a matéria-prima existente no camião da forma mais eficiente e no menor tempo possível. Deve-se realizar uma alocação dos fornecedores a um período temporal previamente definido, dependendo do tempo de descarga e a quantidade que o fornecedor transporta, nivelando as janelas de descarga dos fornecedores que serão rececionados nos cais do armazém. Os recursos necessários para a operação e a sua taxa de utilização também são variáveis que limitam a alocação dos fornecedores à sua janela de descarga. Esta distribuição dos fornecedores pelos diferentes cais e diferentes horários deve ser transmitida para que os fornecedores tenham conhecimento e cumpram com a sua janela de descarga, tornando o processo mais eficiente e fluído.

Assim que as janelas de descarga estejam definidas e niveladas segue-se a análise do *layout* da área do cais onde o material é recepcionado. Esta análise depende muito de empresa para empresa pelo que é difícil abordar todas as variáveis e limitações de todas elas. Contudo, é possível enumerar algumas decisões que se podem tomar para definir o *layout* da área de receção, com o objetivo de melhorar o fluxo de matéria-prima. Para rececionar um fornecedor é necessário ter à disposição pelo menos um cais e uma zona para a descarga da matéria-prima para receber e transportar todo o material do fornecedor. A zona de descarga serve como o primeiro filtro da matéria-prima que o armazém recebe, uma vez que é nela que se fazem as primeiras inspeções de qualidade e segurança dos produtos a nível externo, bem como, por vezes, a verificação do número de unidades de manuseio que estão presentes na carta de porte do fornecedor ou transitário. É também nesta zona do cais que muitas vezes se faz a agregação ou fragmentação em lotes que a empresa utiliza nas tarefas seguintes. O número de recursos necessários para alocar às tarefas desta área, tanto pessoas como máquinas ou ferramentas que auxiliam o trabalho, deve ser decidido nesta etapa.

Nesta fase de desenho do fluxo de materiais, uma das decisões mais preponderantes que se deve tomar é qual a unidade de manuseio/transporte e a sua quantidade. É de fácil compreensão que o bom dimensionamento da unidade de manuseio tem um impacto significativo no fluxo do material, uma vez que a quantidade por unidade de manuseio deve estar balanceada com a capacidade de processamento das tarefas seguintes. Outra variável a estudar é a dimensão dessa mesma unidade de manuseio, visto que afeta diretamente a forma de transporte dentro do armazém e as restrições em termos de espaço são habitualmente encontradas na gestão de armazém. Deve-se também considerar e desenhar a logística reversa no processo que garante o fluxo das unidades de manuseio quando estas se encontram vazias (paletes, carrinhos ou outro).

Outra decisão que deve ser muito bem ponderada é a existência de *buffer* de matéria-prima para processar, em fila de espera para o posto de receção. A existência deste *buffer* pode ser obrigatória para o desenho do fluxo de matéria-prima dentro do armazém no caso de o tempo de processamento ser elevado e o material não ser escoado como o pretendido. A existência de um *buffer* de matéria-prima antes de esta ser processada pode também ajudar a lidar com a incerteza da oferta, refletindo-se em picos de quantidade nas entregas dos fornecedores, amortizando esse efeito ao longo do tempo. Esta é uma decisão que requer a intervenção de várias áreas visto que engloba variáveis do processo como o espaço necessário para a instalação do próprio *buffer*, mas também requer investimento avultado pelo que a gestão de topo deve estar envolvida.

Fase 4 - Desenho do Posto de Trabalho

A fase de desenho do posto de receção é a fase mais importante do projeto por se tratar da fase nuclear do projeto e por se tratar do desenho do posto de trabalho propriamente dito. Nesta fase a equipa do projeto tem como objetivo projetar e desenvolver o posto da forma mais eficiente, estando em sintonia com o que foi definido e implementado nas fases anteriores. Para iniciar esta fase do projeto, a equipa deve reunir-se e realizar um brainstorming com o objetivo de obter uma proposta de *layout* da área do posto de receção e processamento. Durante um brainstorming é desaconselhável que se julguem as sugestões e ideias dos intervenientes propondo-se que, num período inicial, a equipa de projeto deve privar-se das restrições que eventualmente possam existir para a idealização do posto. As restrições na fase inicial do projeto, como restrições de espaço e dinheiro, podem comprometer a imaginação e geração de ideias da equipa de projeto, impedindo que ideias desenvolvam ideias e que se alcance um efeito de “bola de neve”, bastante útil quando se pretende realizar um brainstorming. Sugere-se então que se realize um brainstorming em equipa, onde todos os elementos são estimulados a intervir e que se registre todas as ideias lançadas pelos mesmos. Depois de listar todas as ideias para o *layout* da área é recomendado que se identifique as vantagens e desvantagens de cada uma, e de seguida tentar identificar a solução mais indicada.

Assim que a equipa de projeto consiga obter uma solução para o *layout* da área onde o posto de receção irá ser instalado, esta deve debruçar-se sobre o passo seguinte que é identificar os requisitos técnicos a considerar para o desenho do posto de trabalho de receção de matéria-prima. Dependendo da área de negócio de cada organização, existem diferentes requisitos técnicos, dando origem a diferentes soluções técnicas a incorporar no posto de trabalho.

Identificados os requisitos que o posto deve cumprir, a equipa responsável pelo projeto deve, então, focar-se no aspeto essencial desta fase de desenho do posto de trabalho – a ergonomia. Quando uma equipa pretende desenvolver um posto de trabalho, esta deve realizar um estudo antropométrico e ergonómico com o objetivo de dimensionar o posto de modo a que este não cause lesões aos colaboradores. Na literatura encontram-se tabelas com dados antropométricos que devem ser considerados na fase de *design*, com o objetivo de projetar o posto de trabalho de forma confortável para os membros do grupo que o irá utilizar. Tipicamente, nestas abordagens, não são considerados os extremos (indivíduos muito altos ou muito baixos), uma vez que é difícil satisfazê-los sem colocar o projeto em risco. A equipa de projeto deve iniciar a fase de desenho do posto com um pequeno esboço que identifique quais as cotas relevantes e que devem

ser objeto de estudo. Assim que as cotas críticas estejam definidas, a equipa deve quantificar a percentagem alvo da população a satisfazer e obter os dados antropométricos tabelados para essas cotas.

Identificadas as dimensões das cotas críticas do projeto, a equipa tem ao seu dispor as restrições mais importantes para desenvolver um modelo CAD do posto. Tipicamente este modelo deve ilustrar o posto da forma mais real possível, com as cotas previamente definidas, de forma a modelar e desenvolver um posto de trabalho ergonómico e confortável para quem o vai utilizar diariamente. Existem vários Softwares no mercado bastante intuitivos para quem pretende desenvolver e modelar um posto de trabalho, como são os casos do *SolidWorks* ou *Inventor*. É importante que o modelo do posto incorpore a tecnologia que irá ser implementada, de forma a poder integra-la na fase de desenho, como computadores, leitores de código de barras ou impressoras. Segue-se o período de negociação com fornecedores com o objetivo de obter uma solução idêntica à que foi previamente idealizada e modelada pela equipa.

Fase 5 - Desenho do Sistema de *Putaway*

Esta etapa tem como objetivo desenhar o processo de arrumação da matéria-prima processada no posto de receção. Uma vez rececionado e conferido o material necessita que seja arrumado na sua posição do armazém ou que seja enviado para o seu destino seguinte. Deve-se, então, estudar qual o tipo de armazém onde o material será armazenado para que o desenho do sistema de arrumação esteja de acordo com as restrições do próprio armazém. É de fácil compreensão que, por exemplo, armazéns com características diferentes requerem diferentes recursos para arrumar o material ou seja, diferentes sistemas de arrumação. Após conhecer detalhadamente o conceito do armazém e as suas regras para arrumar o material nas suas posições, a equipa de projeto tem os requisitos para iniciar a etapa de desenho do sistema de arrumação.

O sistema de arrumação consiste em todo o processo desde que o material deixa o posto de receção até ao seu local de armazenagem final ou destino seguinte. Para que o desenho deste sistema seja eficiente deve-se trabalhar em três dimensões: o conceito e tipo de armazém; o método de transporte do material processado; e a lógica e a rota associada à tarefa de arrumar o material. Para iniciar o desenho do sistema de armazenagem, a equipa de projeto deve reunir-se e identificar as características, as variáveis e as regras do armazém para onde o material processado será enviado. Conhecer a capacidade do armazém, as regras de arrumo de material, o seu *layout* e a distância que o operador que arruma o material irá percorrer são exemplos de informações vitais para o desenho deste sistema. O próximo objeto de estudo da equipa de projeto é definir o método

de transporte do material a ser transportado, que varia de acordo com a dimensão e o tipo de matéria-prima. Considerando um armazém convencional, onde cada referência tem a sua posição de armazém definida, é frequentemente utilizado um meio de transporte que seja capaz de abastecer diversas posições de armazém simultaneamente, tornando o processo mais eficiente. O processo de arrumar o material está intimamente ligado com o sistema de *order picking*, visto que os operadores que realizam o *order picking* e o arrumo de material estão alocados à mesma área e trabalham em simultâneo. Nesta etapa do desenho do sistema de arrumação deve também ser considerado o uso de caixas de fluxo interno, caso seja uma sistemática utilizada pela empresa. A equipa de projeto deve esboçar um protótipo do meio de transporte utilizado baseado na distância a percorrer pelo operador e na capacidade de transporte pretendida.

Depois de adquirir um modelo final do meio de transporte, automático ou manual, o próximo passo é definir a rota que o arrumador de material irá percorrer pelo armazém. Este passo é especialmente importante no transporte manual, onde o operador arruma o material no armazém, com o auxílio de um carrinho, à medida que vai percorrendo os corredores do mesmo. O principal objetivo a alcançar, pela equipa de projeto, neste passo é assegurar a arrumação de todo o material presente no meio de transporte definido e reduzir a distância percorrida pelo arrumador de material, tornando o percurso mais eficiente. Podem existir duas abordagens quando a equipa pretende definir as rotas para arrumar o material recebido e processado pelo posto: as rotas fixas e as rotas flexíveis. As rotas fixas são rotas definidas por setor de armazém, tipicamente por corredor, que impõem que o colaborador arrume o material à medida que percorre a rota definida. Este tipo de abordagem exige uma organização prévia do material, garantindo que o operador que irá arrumar o material apenas transporta material que será arrumado nos lugares alocados à sua rota. Pelo contrário, as rotas flexíveis não estão previamente definidas e o operador segue uma determinada rota para proceder à arrumação do material. Tipicamente utiliza-se a heurística do caminho mais curto, com o objetivo de diminuir a distância percorrida, não estando o operador alocado a um setor do armazém ou rota específica. A equipa de projeto deve ainda calcular o tempo de ciclo do operador que arruma o material, de acordo com a capacidade e a cadência de unidades de manuseio processadas no posto.

Fase 6 – Identificação da lista de Fornecedores Piloto

O primeiro passo a desenvolver nesta fase é identificar qual o primeiro fornecedor cuja sua matéria-prima será rececionada no novo posto desenvolvido. A escolha deste fornecedor piloto é um passo bastante importante para o sucesso do teste ao conceito que será realizado na fase de

testes, uma vez que serão tomadas medidas e ações baseadas no estudo feito a esse fornecedor. Sugere-se então que a equipa do projeto selecione para fornecedor piloto um fornecedor que seja representativo face ao volume de material recebido no armazém, fazendo com que a fase de testes seja realista e que se identifiquem potenciais problemas que possam surgir quando se iniciar a fase de implementação. A escolha do fornecedor piloto é um passo chave no projeto o que obriga a que a equipa de projeto identifique, de forma detalhada, quais as variáveis que podem ser consideradas para análise. Uma empresa que pretenda desenhar e acrescentar um novo posto de receção de matéria-prima aos postos existentes, recomendam-se as seguintes variáveis dos fornecedores atuais: a frequência de entregas ao armazém por fornecedor, o volume de matéria-prima recebido por fornecedor e a variabilidade de volume recebido por fornecedor. Uma análise ABC com estas variáveis é crucial para identificar quais os fornecedores mais representativos no processo atual de receção. A equipa de projeto pode, igualmente, considerar para análise a experiência na relação com o fornecedor. Em contrapartida, as empresas que utilizarem esta framework para desenhar e implementar o primeiro posto de receção de matéria-prima no seu armazém, sem um conhecimento prévio do comportamento dos fornecedores, a sua equipa de projeto deve tentar prever o número de encomendas e a quantidade de cada entrega. Estas análises são interessantes pois consegue-se criar o perfil de cada fornecedor e perceber o impacto que a receção da sua matéria-prima provoca na gestão do armazém. Uma análise ABC pode também ser bastante útil para identificar quais os fornecedores mais representativos.

Estas análises ajudam na tomada de decisão de qual o fornecedor piloto para testar o posto, mas também identificam quais os fornecedores seguintes para incrementar, faseadamente, ao projeto de forma a garantir que os principais fornecedores da empresa são os primeiros a serem rececionados e processados no novo posto de receção de matéria-prima.

Fase 7 - Teste ao Conceito

Esta fase é, por ventura, a fase mais importante no que diz respeito à maturidade do projeto porque é nesta fase que se realiza o teste ao conceito desenhado nas fases anteriores da framework, tornando o projeto mais maduro. Um projeto de desenho e implementação de um posto de receção e conferência de matéria-prima deve ser devidamente analisado e ponderado. É, então, recomendado que um projeto desta natureza seja implementado de forma incremental. Por outras palavras, deve-se iniciar o projeto com a receção e processamento de matéria-prima de apenas um fornecedor e, com o tempo e amadurecimento do processo, incrementar fornecedores para serem rececionados neste novo posto. Na fase anterior, identificou-se uma lista de

fornecedores para serem rececionados no novo posto, destacando-se o fornecedor piloto do projeto que foi escolhido pela equipa de projeto e que terá um papel fundamental para o desenvolvimento do projeto. Assim que se inaugure o posto de receção com a matéria-prima deste fornecedor inicia o teste ao conceito desenvolvido, em que serão testados os processos e todas as decisões que se tomaram nas fases de desenho do posto. Nesta fase de testes a equipa de projeto deve aferir se os fluxos de materiais definidos para o projeto são adequados e funcionais na perspetiva operacional. Durante esta etapa de testes a equipa deve, também, verificar se os KPI, definidos previamente, estão devidamente quantificados e balanceados quando estes são confrontados com a realidade do projeto.

Depois de realizar o primeiro teste ao conceito, constatando se as soluções projetadas são funcionais para serem implementadas numa escala maior, a equipa de projeto deve focar-se em adicionar novos fornecedores a serem rececionados no novo posto de receção.

Fase 8 - Implementação, Avaliação e Estandarização

Esta fase tem como objetivo implementar as melhorias identificadas na fase de testes, incrementar novos fornecedores no projeto avaliando o seu impacto e criar *standards* par o novo processo desenvolvido. Assim que o processo de receção de matéria-prima do fornecedor piloto esteja estável a equipa do projeto deve incrementar fornecedor a fornecedor e avaliar o impacto no projeto tanto a nível de capacidade como recursos. A equipa de projeto deve, previamente, desenvolver alguns cenários possíveis de incrementação de fornecedores ao projeto e analisar as alterações resultantes e tentar identificar que alterações irão provocar no processo de receção e no fluxo de material. Facilmente se compreende que o incremento dos fornecedores resulta no aumento de recursos alocados ao projeto, uma vez que o número de unidades de manuseio a serem transportadas e processadas, as filas de espera de material para ser processado e o output do posto de trabalho também aumentam.

Depois de avaliar as alterações e acompanhar o crescimento do projeto, a equipa deve criar *standards* para o processo de receção que desenvolveu. A criação de *standards* e métodos de trabalho é bastante importante para que todos os operadores que estejam alocados ao projeto estejam alinhados com os objetivos da equipa. A melhor forma para prevenir e reduzir o número de erros num processo é a criação de *standards* e instruções de trabalho que clarifiquem e expliquem, de forma detalhada, as operações que o colaborador deve realizar. Apostar na formação dos novos métodos de trabalho e novas operações a realizar é algo que também deve ser ponderado pela equipa de projeto, de forma a garantir que a informação é devidamente

transmitida para os operadores. A equipa de projeto deve também definir alguns indicadores que reflitam a aprendizagem do novo processo desenvolvido, suportando-se na decisão de realizar novas formações aos colaboradores ou revisões ao processo.

Após o término da implementação do projeto, a equipa de projeto deve transferir o acompanhamento do projeto para a equipa de gestão diária que ficará responsável por acompanhar e documentar os indicadores estipulados assegurando o bom funcionamento do novo processo desenvolvido.

CAPÍTULO 5 – APLICAÇÃO DA FRAMEWORK NA EMPRESA BOSCH CAR MULTIMEDIA

No capítulo anterior deste documento foi apresentada uma Framework sequencial que uma organização deve seguir para implementar um novo posto de receção de matéria-prima no seu armazém. Este exemplo de aplicação ofereceu uma oportunidade de observar a aplicabilidade da framework num ambiente real, testando-a e identificando a viabilidade da mesma.

Fase 1 – Estratégia e Motivação

O crescimento da empresa refletiu-se na necessidade de expandir a área logística de forma a ser possível enfrentar os obstáculos que este crescimento provoca na área. O aumento da capacidade produtiva implica um aumento de recursos em todas as áreas envolventes da empresa, tanto nas áreas diretas como indiretas. O departamento de logística, e mais propriamente a área de receção de matéria-prima, é uma das áreas que mais sente quando existe um crescimento na empresa, uma vez que o aumento da capacidade produtiva se reflete num aumento de matéria-prima que necessita de ser descarregada e armazenada no armazém da empresa. Assim o projeto de desenho e implementação de um novo posto de receção de matéria-prima surgiu com a necessidade de aumentar a capacidade logística da empresa, de forma a precaver o aumento de matéria-prima a ser rececionada no armazém da mesma.

Decisões e objetivos

A gestão departamental de logística estabeleceu objetivos e tomou algumas decisões antes de iniciar o projeto, como a área destinada para instalar o posto de trabalho, o prazo para terminar o projeto e quais as áreas que serviriam de interface para o processo. Ao nível de objetivos do projeto, a gestão departamental definiu que o objetivo principal do projeto é receber o material elétrico no novo edifício de forma a reduzir o fluxo de material, aproximando a receção de matéria-prima ao seu lugar final de armazém. Pretende-se assim planear, desenhar e implementar um posto de receção de material, de forma a conseguir-se receber, conferir e armazenar o material de forma autónoma e clara para todos os colaboradores, sem perda de inventário ou desvios de qualidade. O prazo que foi estipulado para o término deste projeto foi o primeiro semestre de 2017, data que serviu como uma referência para o desenvolvimento do mesmo.

Infraestruturas e recursos

Para iniciar o projeto foi necessário investir em infraestruturas que apoiassem o seu desenvolvimento sendo que, previamente, foi construído um novo edifício capaz de lidar com o crescimento que se fazia sentir na área da logística. Esse edifício foi projetado para a criação de uma área de receção e processamento de material. A figura 14 ilustra a área reservada para o posto de receção de matéria-prima com uma área útil de 31 m². Outra decisão importante que as chefias do departamento tomaram foi o número de cais que estariam disponíveis para o projeto a desenvolver. Na figura 21 pode-se verificar as infraestruturas disponíveis para a descarga da matéria-prima e transporte de material necessário. Definiu-se que estariam disponíveis 3 cais para o projeto, e que funcionariam como carga e descarga de material em simultâneo (figura 22). Estes cais foram construídos no edifício onde será instalado o posto de receção de forma a facilitar o fluxo de material ao longo do processo. Estas decisões ao nível das infraestruturas são importantes pois são a base do projeto e os primeiros *inputs* para arrancar com o mesmo.

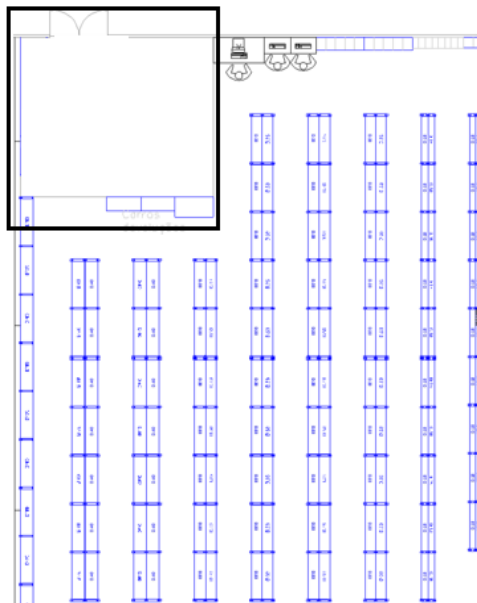


Figura 21: Área disponível para o posto de receção



Figura 22: Cais de carga e descarga para o projeto

Alinhamento hierárquico

Por último é importante garantir o alinhamento da gestão de topo da organização com a gestão departamental e operacional ao longo do desenvolvimento do projeto. Para isto, decidiu-se que se realizaria um *Point Cip* diário com o objetivo de acompanhar o desenvolvimento de todos os projetos da área de logística, incluindo o projeto de desenho e implementação do posto de receção de matéria-prima. Esta sistemática ajudou a alinhar as pessoas envolvidas no projeto, facilitando a comunicação entre elas, de forma a garantir que todos os intervenientes trabalham para o mesmo objetivo.

Fase 2 – Equipa do Projeto

Esta etapa tem como objetivo definir os elementos da equipa que ficarão responsáveis pelo projeto. Com o foco em construir uma equipa multidisciplinar, os elementos que estão alocados ao projeto devem ser provenientes de diferentes áreas dentro da empresa, de forma a partilhar o seu *know-how* para alcançar o sucesso do projeto.

Equipa de projeto

O desenho e implementação do projeto ficou sobre a responsabilidade da secção logística da empresa *Material Flow and Physical Logistic*. Esta secção, liderada por Rui Albuquerque, é constituída pela área de Receção e Expedição, Armazém, Abastecimento a Supermercados e Desenvolvimento de Processos. Para criar a equipa responsável pela gestão do projeto tentou-se seleccionar um elemento de cada área, se assim fizesse sentido. A constituição da equipa iniciou com o líder de departamento de logística (LOG) e o líder de secção de fluxo de materiais (LOG2), obtendo uma integração transversal no projeto. Esta transversalidade ao longo da hierarquia da

empresa permite que o projeto esteja alinhado com a gestão de topo e oferece flexibilidade à equipa na tomada de decisões. Após a inclusão das chefias no projeto iniciou-se a identificação das pessoas responsáveis pela gestão diária do projeto, ficando o autor desta dissertação responsável por liderar o projeto. Coordenadores de turno das áreas de receção e armazém de matéria-prima, o líder da equipa de Desenvolvimento de Processos e colaboradores diretos tanto da área de receção como do armazém foram elementos que também ficaram alocados à gestão do projeto. Inicialmente, apesar de ser unânime que a criação de uma equipa de projeto multidisciplinar era crucial para o projeto, apenas duas pessoas estavam alocadas ao projeto. É de fácil compreensão que duas pessoas alocadas ao projeto era curto para a dimensão do mesmo, uma vez que uma delas era o líder de equipa da área de receção que, com as suas atividades diárias, não estava dedicado a cem por cento ao projeto. No entanto, passado um período inicial foi-se sentindo a necessidade de criar uma equipa de projeto sólida, de acordo com aquilo que foi previamente definido, oferecendo análise crítica e diferentes perspetivas e abordagens ao projeto.

Definição dos KPI do projeto

Com a equipa devidamente comprometida com o projeto, segue-se a transparência e a troca de informação no que diz respeito aos indicadores chave do projeto. As reuniões de Point Cip permitiram à equipa conhecer, atempadamente, os objetivos gerais supramencionados. Consciente destes objetivos, a equipa responsabilizou-se por identificar os KPI necessários para acompanhar o projeto. Os KPI's a monitorizar ao longo da implementação do projeto foram:

- Lead time do processo de receção: não deve exceder as 30 horas;
- Nº de unidades processadas;
- Tempo que as unidades aguardam processamento;
- Número de unidades que aguardam o seu processamento.

Depois de identificar os KPI's, a equipa iniciou a fase de desenho do projeto em que se pretendem projetar e idealizar todos os requisitos para implementar um novo posto de receção de matéria-prima.

Fase 3- Desenho e Fluxo de Materiais

Esta fase tem como objetivo a definição dos fluxos de material necessários para o projeto. Como já foi referido anteriormente, o objetivo deste projeto é rececionar a matéria-prima dos fornecedores no novo edifício da empresa. Assim, é necessário criar um fluxo de material onde este seja rececionado, agregado numa unidade de manuseio, e enviado para o posto de receção que será idealizado mais tarde. A figura seguinte ilustra o fluxo do material que se pretende.



Figura 23: Fluxo da matéria-prima com o novo projeto

Janelas de descarga

A descarga do material no cais por parte do fornecedor é o que desencadeia o processo e por consequência o fluxo de material. Assim, a primeira tarefa em que a equipa do projeto se focou foi a janela de descarga dos fornecedores. A janela de descarga permite um alinhamento de horário entre a empresa e o fornecedor para proceder à descarga da matéria-prima, garantindo que quando o fornecedor chega às instalações da empresa, esta dispõe de pelo menos um cais para descarregar o seu material, evitando assim que os fornecedores ou transitários entrem em fila de espera para atracar ao cais.

Como já foi referido, o presente projeto passa por instalar um novo posto de receção com o objetivo de processar a matéria-prima dos fornecedores que atualmente fornecem material elétrico e descarregam-no no armazém principal. A já existente relação entre a empresa e os fornecedores facilitou a tarefa de definir as janelas de descarga. Facilmente se compreende que a existência de contratos e acordos com os fornecedores, no que diz respeito à sua hora de chegada e descarga, ajudou bastante para definir as janelas de descarga para o projeto. A equipa decidiu então manter as janelas de descargas atuais que estão acordadas com os fornecedores, dado que tanto a empresa como os fornecedores já as têm assimiladas, alterando apenas o local de descarga que passa a ser no novo edifício, mais propriamente nos cais disponíveis. Este conhecimento que existe por parte do fornecedor da sua janela de descarga evita novos períodos de aprendizagem e potenciais desvios ao que seria acordado entre as partes, em caso de se criarem novas janelas de descarga. A tabela seguinte quantifica a adesão dos fornecedores às janelas de descarga no armazém principal da empresa e pode-se afirmar que os fornecedores cumprem, em grande percentagem, com a janela de descarga definida.

Tabela 1: Adesão ao Plano de descarga.

Mês 2017	Adesão dos fornecedores ao plano de descarga		
	Adesão OK	Adesão OUT	Objetivo
Janeiro	92,0%	8,0%	90%
Fevereiro	93,0%	7,0%	90%
Março	94,2%	5,8%	90%
Abril	94,5%	5,5%	90%

A implementação deste projeto será de forma incremental e à medida que se transfere a receção de matéria-prima dos fornecedores para o novo edifício, as janelas de descarga que eram preenchidas por esses fornecedores ficam livres. A tabela seguinte apresenta o número de descargas que foram feitas nos primeiros 4 meses do ano de 2017 no armazém principal da empresa. A implementação deste projeto irá libertar alguma capacidade de descarga ao armazém principal oferecendo alguma flexibilidade extra à área de receção para rececionar descargas não planeadas ou urgentes.

Tabela 2: Nº de descargas realizadas no armazém principal da empresa.

Mês 2017	Total descargas planeadas	Média de descargas planeadas por dia	Total descargas não planeadas	Média de descargas não planeadas por dia	Total descargas urgentes	Média de descargas urgentes por dia	Média de descargas efetuadas	Total descargas efetuadas
Janeiro	704	32	301	13,7	242	11,0	57	1247
Fevereiro	639	32	253	12,7	201	10,1	54,7	1093
Março	792	34	297	12,9	235	10,2	57,6	1324
Abril	621	39	256	16,0	254	15,9	70,7	1131

Estima-se que os recursos necessários para realizar a tarefa de descarga e aglomeração das caixas do fornecedor em unidades de manuseio são 1 a 2 colaboradores e um porta-paletes, dependendo do número de Europaletes que têm de manusear. Para definir os recursos necessários utilizou-se como base a sistemática utilizada no armazém principal da empresa, que se verificou indispensável a utilização de um porta-paletes hidráulico para realizar o transporte do material e

dois colaboradores realizarem a operação. Num estágio inicial da implementação do projeto, atendendo à sua lógica incremental, pode não ser necessário alocar os 2 colaboradores, ficando a distribuição dos colaboradores sobre a responsabilidade do coordenador da equipa operacional.

Área de descarga

Com a decisão de manter as janelas de descarga iniciais o próximo passo é garantir que a área de descarga está definida e reservada para quando os fornecedores atracarem no cais. A figura 24 apresenta a área de descarga com os cais devidamente identificados.

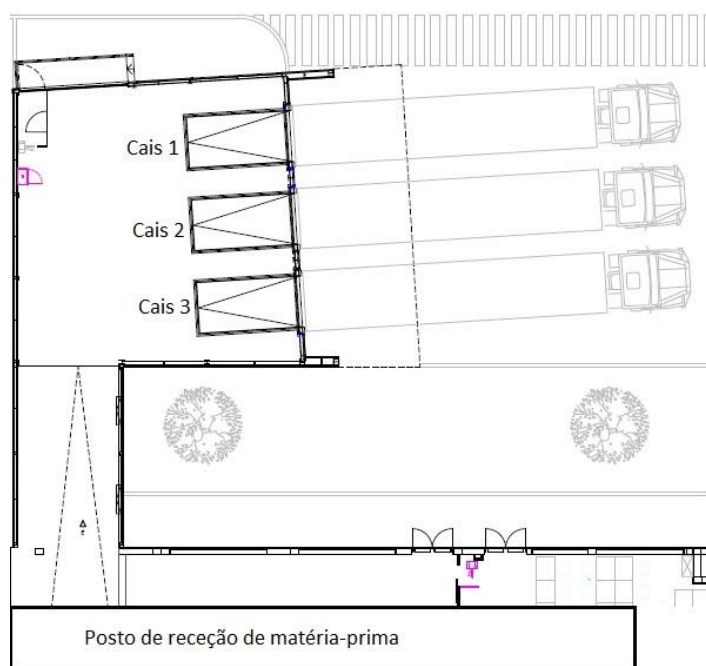


Figura 24: Área de carga/descarga do novo edifício

Como se pode verificar a área de receção está dividida em três cais, ficando a equipa de projeto responsável pela identificação do propósito de cada cais e a definição das tarefas que neles serão realizadas. Antes do início do projeto apenas dois cais estavam a ser utilizados: o cais 1, que era utilizado para o *milk-run* de produto acabado da empresa e o cais 2 que servia para o transporte de matéria-prima entre o armazém principal e o novo armazém de material construído. O terceiro cais estava fechado e apenas será utilizado com a implementação do projeto e o início da receção da matéria-prima diretamente dos fornecedores. A figura 25 ilustra a disposição inicial da área de descarga antes do início do projeto, onde se observa que a área de descarga do cais número 3 foi aproveitada para depositar os *containers* vazios, utilizados no transporte de produto acabado.

Prontamente se percebeu que o *stock* de *containers* na área do cais seria um entrave para a implementação do projeto, uma vez que limita bastante o espaço útil e o fluxo de material necessário para rececionar a matéria-prima. Consciente deste problema, a equipa decidiu mover os *containers* da zona do cais com o objetivo de tornar possível a implementação do projeto.



Figura 25: Disposição inicial do cais

Após a identificação das medidas que aumentam o espaço útil, a equipa começou a definir as áreas de descarga. A implementação do projeto implicará a utilização dos 3 cais disponíveis, ficando sobre a responsabilidade da equipa definir qual o processo e fluxo de material que ocorrerá em cada cais. Definiu-se então que a área do cais seria dividida em 3 zonas de carga/descarga: A, B e C correspondente ao cais 1,2,3 respetivamente. Na figura 26 pode-se ver a divisão realizada.

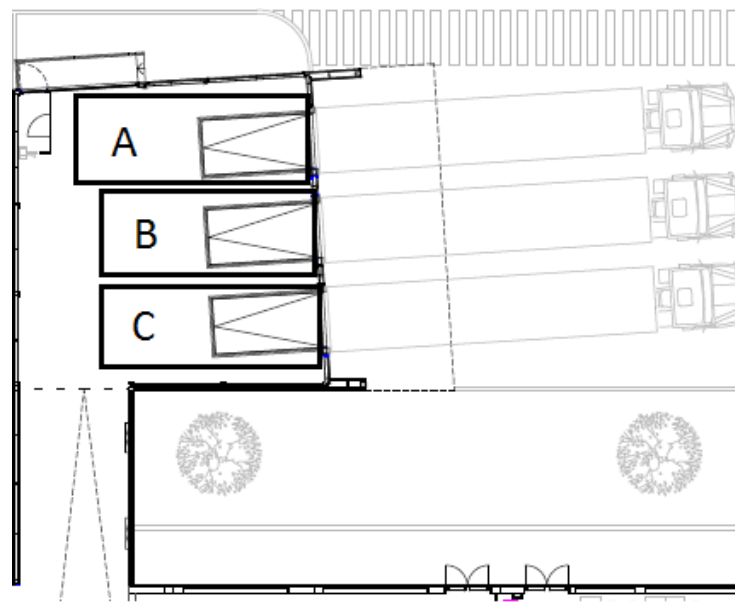


Figura 26: Identificação das áreas de descarga para cada cai

A equipa decidiu manter a decisão de utilizar o cais 1 para este fluxo de material dada a frequência de carga de material para o camião. Este processo de *milk-run* foi definido com um ciclo de 20 minutos, o que significa que de 20 em 20 minutos o camião que transporta este material atracava ao cais. A escolha deste cais para este processo foi baseada na posição física do mesmo, dado que o cais 1 era o primeiro cais, estando voltado para a parte exterior do edifício. Com o elevado número de cargas de produto acabado e descargas de contentores vazios a acontecer, a escolha do primeiro cais para este processo facilita o fluxo de camiões a serem descarregados quando se iniciar a descarga de matéria-prima nos restantes cais. Outro aspeto que ajudou a definir o cais 1 para o fluxo do *milk-run* foi a área necessária para realizar a carga e descarga do material. A utilização dos *containers* e carrinhos no processo do *milk-run* limita o espaço de descarga e, como o objetivo de não dificultar o fluxo de material nos restantes cais, a equipa definiu que a área A seria a responsável por realizar carga e descarga do *milk-run*. O transporte de matéria-prima entre o armazém principal e o novo armazém, que inicialmente estava alocado ao cais 2, foi transferido para o cais 3. Esta decisão passou, fundamentalmente, pelo facto da área de descarga B ser significativamente maior que a área C. Como se pode verificar na figura acima, parte da área de descarga estará ocupada pelas baterias das motas de transporte (blocos negros) que revelou ser impossível mover para outra zona.

Em suma, o cais 1 permaneceu alocado ao processo de *milk-run* de produto acabado, o cais 2 será o cais a utilizar para a descarga de fornecedores de matéria-prima (implementação do projeto) e o cais 3 passou a estar alocado ao processo de transporte de matéria-prima entre o armazém principal e o novo armazém.

Unidade de manuseio

Após realizar a descarga da matéria-prima, na janela de descarga definida, inicia-se a tarefa de agregação das caixas dos fornecedores na unidade de manuseio para ser transportada para a operação seguinte. Foram idealizadas duas unidades de manuseio diferentes:

- **Carrinho.** A utilização de carrinho como unidade de manuseio permite construir unidades de transporte com menos quantidade de caixas. Este meio de transporte obriga ao colaborador, associado à tarefa de transporte, a realizar mais ciclos para fornecer a mesma quantidade de material quando comparado com os meios de transporte que suportam um volume de caixas maior. Em contrapartida, este tipo de transporte é vantajoso caso existam limitações de espaço na área da operação seguinte, uma vez que ocupa menos espaço físico

e o seu manuseio é simples. A figura 27 apresenta um exemplo de um carrinho a utilizar nesta tarefa.



Figura 27: Carrinho de transporte

- **Europaleta.** Ao contrário do carrinho, a euro paleta permite que se construa uma unidade de transporte com um maior número de caixas de matéria-prima, tornando o transporte mais eficaz. No entanto a utilização deste tipo de transporte implica que se utilize um recurso extra para realizar o transporte propriamente dito (como um empilhador ou hidráulico). Na figura seguinte podemos observar a utilização de uma europaleta como unidade de transporte de matéria-prima.



Figura 28: Paleta de transporte

Consciente deste *trade-off* ao nível de vantagens e desvantagens que existem quando se opta por um meio de transporte em detrimento do outro, a equipa de projeto definiu a europaleta como a unidade de transporte que será utilizada. Apesar dos constrangimentos a nível de ocupação de espaço físico que esta solução pode causar, a europaleta foi escolhida principalmente por conseguir-se tornar o transporte mais eficiente, e pela sua ambiguidade que permite diferentes utilizações quando a paleta se encontra vazia e sem matéria-prima para transportar.

Outro aspeto preponderante na escolha da europaleta foi a decisão de existir um *buffer* de matéria-prima na área do posto de receção. É importante existir um *buffer* de matéria-prima que aguarda processamento, de forma a ser possível amortecer os efeitos causados por picos de entrada de material que eventualmente possam existir. A existência de *buffer* de matéria-prima facilitou a escolha da europaleta como unidade de transporte uma vez que existirá uma área para a colocar e devidamente identificada para o efeito.

Fase 4 - Desenho do Posto de Trabalho

O objetivo desta fase é desenhar a área e o posto de receção de matéria-prima. Primeiramente desenhar-se-á a área do posto de trabalho e, só depois de a área estar definida e projetada, o posto de trabalho, propriamente dito. A figura seguinte apresenta o estado inicial da área onde será instalado o posto de receção de matéria-prima.



Figura 29: Área de onde será instalado o posto de receção

Brainstorming de ideias para o *layout* da área do posto de receção

Para desenhar o posto de receção, na área acima representada foram assumidos os seguintes pressupostos:

- A área disponível para a instalação do posto de trabalho é, aproximadamente, 30 m², resultando numa área útil retangular de 6000 mm por 5000 mm;
- O objetivo é desenhar dois postos de trabalho nessa mesma área;
- Os postos teriam um *buffer* de paletes de matéria-prima de, pelo menos, 8 a 12 paletes;
- A matéria-prima processada teria um *buffer* onde aguardaria para ser arrumada.
- O fluxo de *BigBag's* (grandes reservatórios para transporte de resíduos), tinha que ser assegurado.

Cientes destas premissas, a equipa começou por realizar um brainstorming e identificar possíveis *layouts* para a área onde o posto será instalado. De uma forma simplificada, pretende-se que a matéria-prima seja abastecida ao posto, que seja processada na bancada de trabalho e que, de seguida, seja colocada no *buffer* de material processado. Posteriormente, o colaborador da logística interna, recolhe o material desse *buffer* e arruma-o na sua posição de armazém. A figura seguinte esboça as ideias da primeira versão de *layout* gerada no brainstorming. A principal característica desta proposta de *layout* é que os dois colaboradores estão voltados um para o outro, depositando os resíduos no mesmo *BigBag* otimizando o tempo desta tarefa.

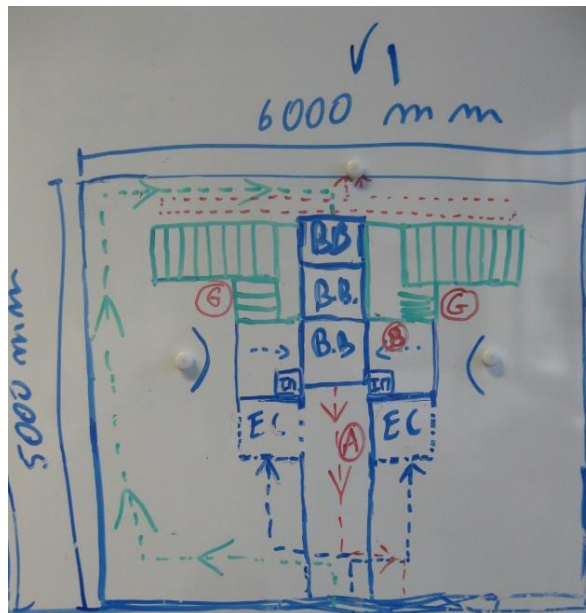


Figura 30: Primeira versão de *layout* da área de receção

Contudo, a equipa desenhou uma segunda versão de *layout* para área de receção. Esta nova versão (em formato “U”) é, fundamentalmente, caracterizada pelo facto de os operadores estarem voltados de costas um para o outro e por o *BigBag* estar posicionado na retaguarda dos operadores. A figura 31 esboça a segunda versão idealizada e desenhada pela equipa.

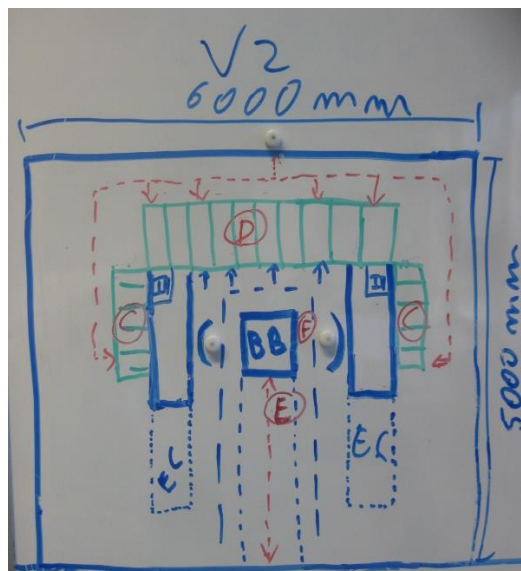


Figura 31: Segunda versão de *layout* da área de receção

Após realizar o brainstorming, registar as sugestões dos intervenientes e chegar às propostas de *layout* a equipa teve de tomar a decisão de qual a proposta que suportará a implementação do projeto e a disposição da área de receção onde o posto será instalado. Para isso, na tabela 3 enumerou-se e categorizou-se as vantagens e desvantagens de cada proposta apresentada. As letras que se encontram na tabela fazem referência às letras dos esboços obtidos acima, com o objetivo de identificar onde ocorrem essas vantagens e desvantagens.

Após a análise às vantagens e desvantagens de cada proposta a equipa decidiu optar pela versão 1. As principais razões que levaram a equipa a ter escolhido esta versão foi a disposição dos *BigBag's* que tornaria a operação de depositar os resíduos mais eficiente e o espaço disponível para o *buffer* de matéria-prima. Outro fator que ajudou a equipa na tomada de decisão foi a não utilização de caixas de fluxo interno e o respetivo *buffer* de material processado, dado que inicialmente estava idealizado que o material processado no posto de trabalho iria ser transportado nas caixas de fluxo interno e que existiria um *buffer* onde o material seria colocado. No entanto, por restrições de espaço e com o objetivo de tornar o processo mais fluído, decidiu-se que o material seria processado diretamente para o meio de transporte que arrumará o material (será detalhado na fase seguinte).

Tabela 3: Vantagens e desvantagens de cada versão de layout da área

	Fluxo de Material		Ergonomia	
	Vantagens	Desvantagens	Vantagens	Desvantagens
Versão 1	(A) Maior capacidade de <i>BigBag's</i> melhorando o fluxo de resíduos; Mais espaço disponível para colocar o <i>buffer</i> de paletes de matéria-prima.	(G) Acesso limitado às caixas de fluxo interno vazias.	(B) Operadores depositam os resíduos no mesmo <i>BigBag</i> com menor esforço.	(G) Maior esforço para aceder às caixas de fluxo interno vazias.
Versão 2	(D) Existência de um único <i>buffer</i> para colocar o material processado, facilitando a tarefa de recolha do material da estante.	(E) Fluxo e capacidade de <i>BigBag's</i> limitado; Menor espaço disponível para colocar o <i>buffer</i> de paletes de matéria-prima.	(C) Facilidade em aceder às caixas de fluxo interno.	(F) <i>BigBag's</i> posicionados na retaguarda dos operadores.

Com a versão de *layout* escolhida, a equipa projetou a área num Software CAD de forma a obter um desenho da área mais perto da realidade. A figura 32 ilustra o desenho CAD da área com as principais ideias definidas.

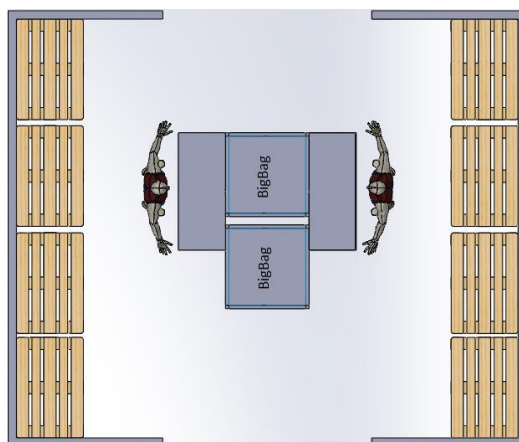


Figura 32: Desenho CAD da área de receção

As marcações físicas quando se cria ou altera um processo são importantes uma vez que definem e clarificam o propósito da área em questão, criando normas e regras de trabalho. A figura seguinte mostra a área de receção devidamente identificada para o efeito, segundo o *layout* da figura 32.

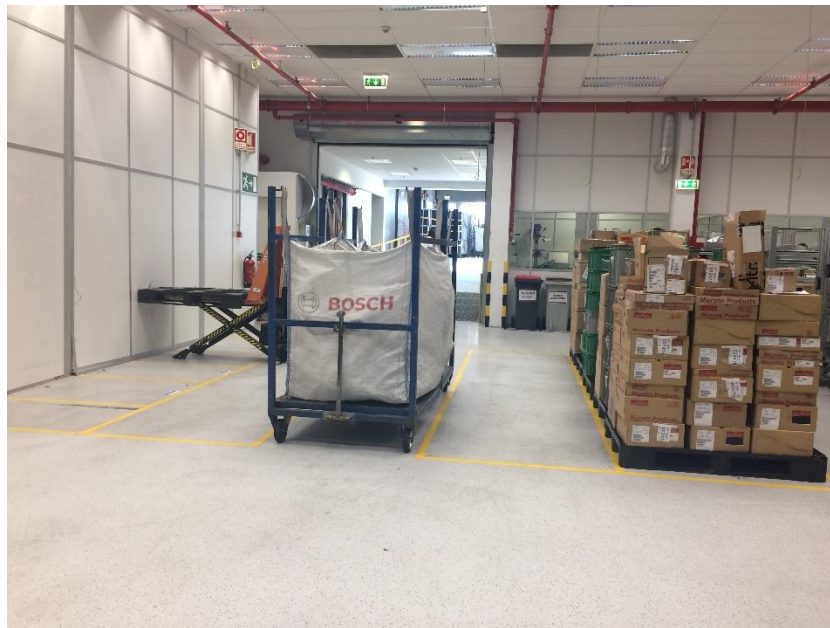


Figura 33: Área do posto de receção devidamente identificada

Posto de trabalho

Finalizada a tarefa de desenhar a disposição física da área a equipa debruça-se agora para o desenho da bancada de trabalho, propriamente dita. O operador alocado ao posto de trabalho realizará as seguintes tarefas: abrir a caixa de matéria-prima, comparar a referência e a quantidade com o que está no sistema e na fatura, e gerar a *Transfer Order para o armazém* (TO). Estas são tarefas que já eram realizadas nos postos de receção do armazém principal, o que levou a equipa a estudar esses postos como objetivo de identificar possíveis ações de melhoria antes de desenhar o novo posto de receção para o projeto.

Posto isto, a tabela seguinte enumera alguns problemas e respetivas soluções a incorporar no desenho da nova bancada de trabalho.

Tabela 4: Identificação de problemas atuais dos postos de receção

Ponto	Problema encontrado	Efeito do problema	Solução
A	Leitor de código de barras posicionado por cima da área de trabalho.	Dificuldade em ler as etiquetas devido à distância mínima de leitura; Incidência da luz visível dificulta a utilização do leitor.	Colocar o leitor de código de barras por baixo da mesa de trabalho, otimizando o processo de leitura (análogo a uma bancada de um supermercado).
B	Posicionamento errado da impressora.	Dificuldade de alguns colaboradores acederem às impressões realizadas; Elevada dificuldade em realizar a manutenção das impressoras.	Colocar impressoras num local onde seja fácil aceder e realizar manutenção.
C	Impossibilidade de regular altura da mesa de trabalho	Altura da mesa desajustada para a altura dos colaboradores.	Incorporar mecanismo de regulação em altura da mesa de trabalho.

Para além das soluções supramencionadas, a equipa também teve em consideração a necessidade de criar um posto de trabalho ESD (*electrostatic discharge*). Esta característica evita que descargas electroestáticas danifiquem o material. Uma vez que o posto irá rececionar matéria-prima elétrica e eletrónica, assegurar a integridade do material no que diz respeito aos danos causados pela eletricidade estática revelou-se fundamental. Depois de identificados os requisitos que o posto de trabalho deve cumprir, a equipa procedeu ao primeiro esboço da bancada de trabalho, ilustrado na figura 34.

Com este esboço a equipa conseguiu obter a primeira imagem de como seria o posto de trabalho e identificar quais as cotas que necessitam de ser calculadas (letras A-E). Estas cotas foram as que a equipa considerou como cotas críticas para o desempenho da função no posto de trabalho, uma vez que o seu dimensionamento influencia de forma direta o desenrolar do processo.

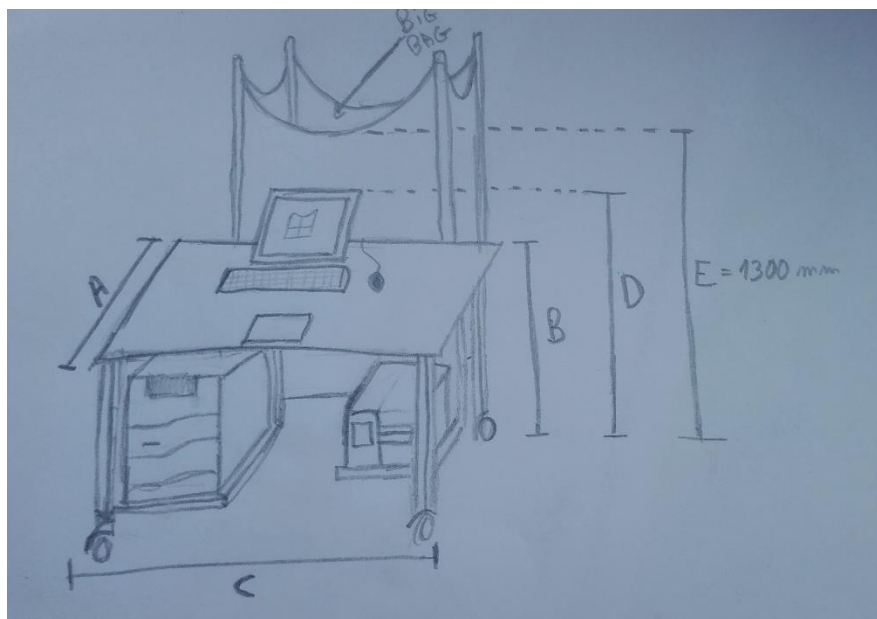


Figura 34: Esboço do posto de trabalho

Ergonomia

Para o cálculo das cotas apresentadas, é necessário ter em atenção a estatura e as dimensões do operador que executará a função. Deste modo, a área de antropometria é considerada pertinente para a presente fase. A equipa decidiu então fazer um estudo antropométrico para dimensionar o posto de trabalho confortável para 95 % da população que o utilizará. As tabelas antropométricas foram retiradas do artigo Barroso et al. (2005), que contém as dimensões antropométricas da população Portuguesa adulta de ambos os sexos (ver anexo A e B). A primeira cota que a equipa calculou foi a cota A. O bom dimensionamento desta cota é crucial para a viabilidade do conceito idealizado, uma vez que o operador irá colocar os resíduos no *BigBag* que se encontra à frente do posto. Assim, a profundidade da bancada de trabalho não pode ser muito elevada de forma a permitir o alcance ao *BigBag*, mas também não pode ser muito curta, garantindo que existe uma área mínima de trabalho. Depois da equipa refletir sobre a importância desta cota, realizou-se um estudo antropométrico assegurando-se o bom dimensionamento da mesma.

- Dimensionamento da cota A - Quem limita esta dimensão são os indivíduos com os braços mais curtos. Numa população utilizadora do posto de trabalho de ambos os sexos, quem limita esta cota são as mulheres. Assim, com base nos valores do campo *forward grip reach*, esta cota pode ser calculada de acordo com a equação:

$$A \leq P_{5\%} \varphi(\text{Forward grip reach}) \quad (\text{mm}) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow A \leq 620 \text{ mm}$$

Assim, a dimensão da cota A não deve exceder 620 mm de forma a satisfazer a população mais baixa. Contudo a equipa definiu que a cota A teria 600 mm de comprimento de forma a tornar o acesso ao *BigBag* ainda mais facilitado e facilitar, também, o corte da mesa por parte do fornecedor.

O objetivo da equipa de projeto é projetar um posto de trabalho ajustável em altura. É então necessário calcular qual a cota máxima e a cota mínima de ajuste da bancada. Para o cálculo da altura da bancada deve-se ter como referência a altura dos cotovelos dos utilizadores em relação ao solo. A equipa teve ainda em consideração a correção da espessura do sapato que se considerou ser 25 mm.

- Dimensionamento da cota B – As seguintes equações calculam a altura mínima e máxima da bancada de trabalho. Quem limita a cotagem da altura mínima são os indivíduos mais baixos, mulheres, pois são as mulheres que ajustam a altura da bancada para a posição de altura mínima.

$$Altura_{mínima} = P_{5\%} \varphi(\text{Elbow height}) + \text{Correção do calçado} \quad (\text{mm}) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow Altura_{mínima} = 890 + 25 \text{ mm} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow Altura_{mínima} = 915 \text{ mm}$$

Para o cálculo da altura máxima da bancada de trabalho, verificou-se que quem limita a cotagem são os indivíduos mais altos, homens, pois são estes que ajustam a bancada de trabalho para a sua altura máxima.

$$Altura_{máxima} = P_{95\%} \sigma(\text{Elbow height}) + \text{Correção do calçado} \quad (\text{mm}) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow Altura_{máxima} = 1134 + 25 \text{ mm} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow Altura_{máxima} = 1159 \text{ mm}$$

Conclui-se assim que a altura da bancada de trabalho deve ser ajustável de uma altura mínima de 915 mm até um limite máximo de 1159 mm, satisfazendo 95% da população de ambos os sexos.

- Dimensionamento da cota C – O comprimento da mesa é uma cota que não tem impacto ergonómico. A equipa decidiu que a mesa teria um comprimento de 1400 mm, o comprimento utilizado inicialmente nos postos de receção do armazém principal.
- Dimensionamento da cota D – A altura do topo do ecrã, em relação ao solo, não deve exceder os 1300mm (quando a bancada se encontra na altura mínima) de forma a ser possível aceder ao *BigBag*. Com o ajuste da bancada, pode acontecer a altura de o ecrã exceder a altura do *BigBag*, no entanto isto não se revelou um problema porque, nestes casos, o utilizador é igualmente mais alto.

Com o dimensionamento das cotas críticas para o *design* do projeto, a equipa tem os inputs necessários para conceber um protótipo com as medidas reais da bancada de trabalho. A equipa iniciou, então, a negociação com alguns fornecedores de forma a obter uma solução que cumprisse com os requisitos necessários para o posto de receção idealizado. Após alguns contactos e troca de ideias, a equipa obteve as seguintes soluções.



Figura 35: Solução apresentada pelo Fornecedor A

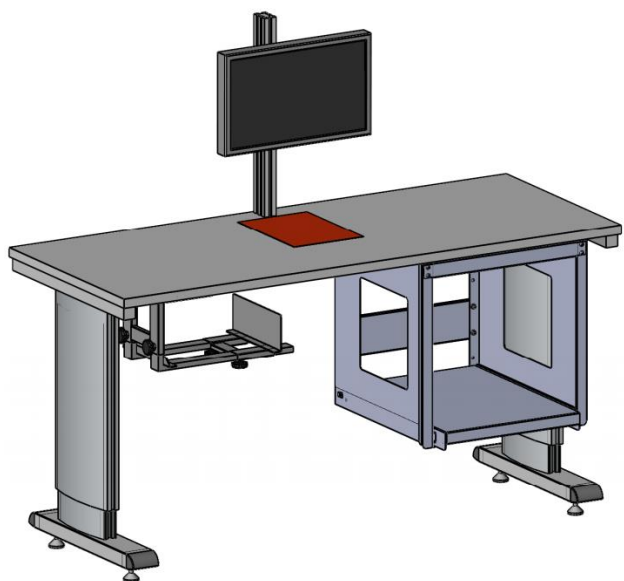


Figura 36: Solução apresentada pelo fornecedor B

Por motivos de confidencialidade não se revelou valores monetários acerca das soluções apresentadas. O projeto encontra-se em fase de negociação com estes fornecedores de forma a obter a solução com o preço mais competitivo pelo que a empresa ainda não decidiu qual das duas opções será a escolhida. No entanto pode-se afirmar que tanto uma solução como a outra cumprem todos os requisitos impostos pela equipa de projeto.

Fase 5 - Desenho do Sistema de Putaway

Após o processamento do material no posto de receção, a próxima tarefa é transportá-lo e armazená-lo no seu lugar final de armazém. Esta fase tem como objetivo desenhar o sistema de arrumação do material processado que garante o transporte e o armazenamento do mesmo. O desenho do sistema de arrumação de material inicia-se com o estudo ao conceito do armazém de matéria-prima.

Conceito do armazém

O armazém de material elétrico encontra-se no novo edifício que foi construído pela empresa para responder ao seu rápido crescimento logístico. Este armazém, na empresa denominado por armazém 108, apenas recebe e retém material elétrico (bobines) para utilizar na produção de PCB's. A figura seguinte apresenta o *layout* do armazém 108.

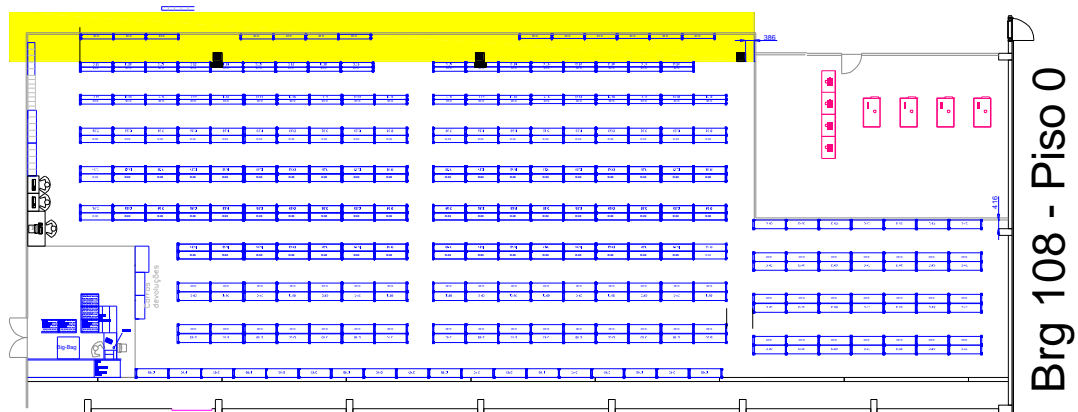


Figura 37: Layout do armazém 108

A principal característica do armazém 108 é o facto de os SKU (*stock keeping units*) não terem posição de armazém fixa, podendo assumir qualquer posição que esteja disponível no momento da sua arrumação. A utilização deste conceito caótico, em que os SKU que entram no armazém assumem qualquer posição disponível, permitiu otimizar a ocupação do armazém. É de fácil dedução que um armazém onde existe um lugar destinado a cada SKU exige mais área física, uma vez que o mesmo lugar de armazém não pode ser ocupado por um SKU diferente daquele a que está destinado.

A matéria-prima que é armazenada no 108 é fornecida em bobines, em que cada bobine corresponde a apenas um SKU contendo uma etiqueta que informa o nº de peça, a quantidade e outros campos necessários para a utilização da peça em produção. Estas bobines podem ser de três diâmetros diferentes: bobines de 180 mm, bobines de 330 mm e bobines de 400 mm. A figura seguinte exemplifica os três tamanhos de bobines possíveis.



Figura 38: Os três tamanhos possíveis de bobines de matéria-prima

No armazém 108 os lugares de armazém podem ser individuais ou de grupo dependendo da quantidade que se pretende armazenar para cada SKU. A título de exemplo, caso um operador pretenda arrumar dez bobines do mesmo SKU, este material deve ser arrumado num lugar de grupo. Em contrapartida, para arrumar apenas 1 bobine de um SKU, não faz sentido que seja arrumada numa posição de armazém de grupo, uma vez que uma bobine ocuparia uma posição de armazém que poderia armazenar dez bobines. Devido aos diferentes tamanhos das bobines de matéria-prima e à necessidade de criar lugares de armazém de grupo e lugares de armazém individuais, estabeleceram-se diferentes nomes para cada tipo de lugar de armazém. A tabela seguinte apresenta os tipos de lugares de armazém (de grupo e individuais) e as respetivas regras de alocação do material.

Tabela 5: Tipos de lugares de armazém

Diâmetro da bobine (mm)	Lugar de grupo	Lugar individual	Regra de alocação
180	T1	SB	Quantidade a arrumar ≥ 5 bobines -> T1
			Quantidade a arrumar < 5 bobines -> SB
330	T2	MB	Quantidade a arrumar ≥ 6 bobines -> T2
			Quantidade a arrumar < 6 bobines -> MB
400	T3	LB	Quantidade a arrumar ≥ 3 bobines -> T3
			Quantidade a arrumar < 3 bobines -> LB

A espessura de cada bobine varia de acordo com o seu diâmetro, o que se refletiu nas diferentes regras de alocação ao lugar de armazém, como se pode ver na tabela 5. A figura 39 (A a F) ilustram os diferentes lugares de armazém.



Figura 39: Lugar individual SB (A)



Figura 39: Lugar individual T1 (B)



Figura 39: Lugar individual MB (C)



Figura 39: Lugar individual T2 (D)



Figura 39: Lugar individual LB (E)



Figura 39: Lugar individual T3 (F)

O armazém 108 é composto por estantes com módulos individuais de 5 níveis de prateleiras, onde se encontram os respetivos lugares de armazém. As figuras seguintes apresentam um módulo e um corredor do armazém 108.



Figura 40: *Módulo individual*

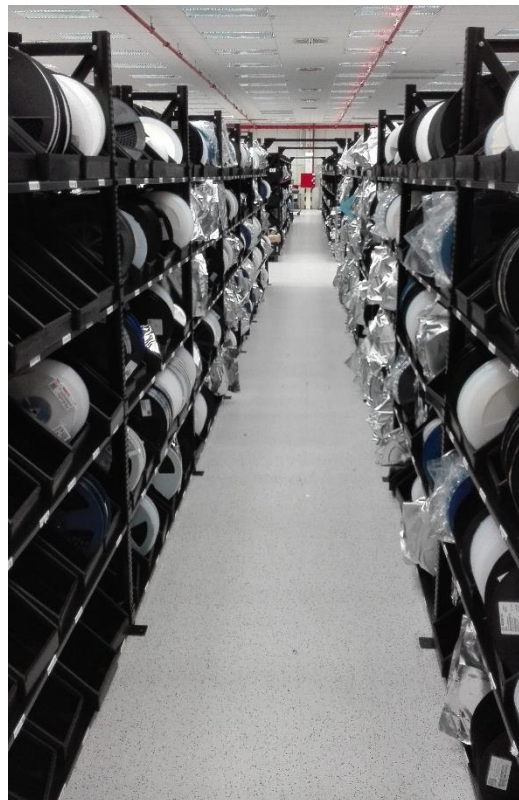


Figura 41: *corredor de armazém*

Para identificar uma determinada posição de armazém, o colaborador orienta-se pela sinalética presente na entrada de cada corredor, identificando-o. Uma vez identificado o corredor pretendido, o próximo passo é encontrar o módulo, a prateleira e o lugar a que a posição pertence. A figura 42 exemplifica a etiqueta de uma posição de armazém. Neste caso, a posição de armazém “IS 0503” encontra-se no corredor I, no módulo S, na prateleira 5 e no lugar número 3.



Figura 42: *Etiqueta de uma posição de armazém*

Depois desta aprendizagem do conceito do armazém 108 de matéria-prima, a equipa obteve a informação necessária para desenvolver um método de arrumação de material nas suas posições de armazém.

Lógica de arrumação

Para obter um sistema de arrumação eficiente a equipa começou por analisar os requisitos que o processo de arrumação tem que cumprir. Esses requisitos são:

- Recolher a TO e o respetivo material do posto de receção;
- Transportar o material para a sua posição de armazém;
- Confirmar que o material foi armazenado na posição de armazém correta.
- Garantir que a rota do colaborador segue a heurística do caminho mais curto, minimizando a distância percorrida.

Estes requisitos implicaram que a equipa identificasse soluções e tarefas a realizar durante o processo de arrumação de material. Visto que ficou decidido na fase de desenho da área do posto de receção que não existiria um local para colocar o material processado em fila de espera para ser arrumado, a equipa decidiu que o colaborador que está alocado ao processamento de matéria-prima colocaria o material processado diretamente no seu meio de transporte. Com esta decisão, o meio de transporte é abastecido com material pronto a arrumar, pelo colaborador do posto de receção, fazendo com que o colaborador que está alocado à tarefa de receção esteja unicamente dedicado a esta tarefa.

No entanto, esta partilha de tarefas entre o colaborador do posto de trabalho (colaborador A) e o colaborador que arruma o material em armazém (colaborador B) necessita que seja devidamente planeada. De forma a garantir que o processo de arrumação do material siga uma heurística de caminho mais curto, quando o colaborador A gera uma TO não pode especificar uma posição de armazém para o material em questão. Esta atribuição “cega” de lugar de armazém (atribuição do lugar feita no momento em que é gerada a TO), faz com que, quando o colaborador B recolhe o carrinho com o material e as respetivas TO's, aconteçam dois cenários: o colaborador B realiza uma rota extensa uma vez que a atribuição dos lugares não teve em consideração a distância que o colaborador percorreria; o colaborador B é obrigado a realizar uma organização prévia do material por corredor, de forma a otimizar a sua rota e, por consequência a distância percorrida.

A equipa decidiu então implementar uma sistemática para lidar com esta situação, criando um ponto fictício no sistema ERP utilizado pela empresa, para onde o colaborador A envia todo o seu material processado. Fisicamente o material continua a ser colocado no carrinho. A principal característica desta solução é o facto das TO's geradas para este ponto fictício não conter uma posição de armazém definida para o seu material. Estas TO's têm sim a informação de qual o tipo de lugar que o material deve ocupar de acordo com a dimensão das bobines em questão. Com esta solução, no momento da arrumação do material, o colaborador B faz a leitura da TO com o auxílio do seu PDA (*personal digital assistant*) e este sugere a posição de armazém livre (do mesmo tipo que contém a TO) que se encontra mais perto do colaborador. O sistema considera que a posição do colaborador é a mesma que a última posição a que este se dirigiu. O colaborador deve dirigir-se à posição de armazém sugerida pelo PDA, lê a etiqueta do material, coloca-o no seu lugar e lê o código barras da posição de armazém, confirmando a arrumação.

Fase 6 – Identificação da lista de Fornecedores Piloto

Esta tarefa tem como objetivo identificar qual o primeiro fornecedor cuja sua matéria-prima passará a ser rececionada no novo armazém e processada no posto idealizado nas fases anteriores. Este fornecedor funcionará como um piloto para realizar testes futuros de conceito e análise de viabilidade do posto.

A transferência da receção de matéria-prima do fornecedor piloto para o novo posto exige que sejam tomadas decisões e ponderadas algumas variáveis. Começou-se por monitorizar as entregas dos fornecedores no armazém principal de forma a conseguir-se padronizá-los. Decidiu-se, então, recolher dados de todas as descargas de material elétrico durante o período de quatro semanas. A equipa considerou que quatro semanas são representativas em termos do comportamento geral dos fornecedores. As variáveis para este estudo foram identificadas com base num princípio abordado por Kate L. Vitasek, et al (2003) que tem como objetivo ajustar a oferta com a procura. Com os devidos ajustes, seguiu-se uma abordagem em que foram monitorizadas duas variáveis principais: volume total da entrega de cada fornecedor e a variabilidade de volume da entrega realizada pelos mesmos. Este estudo foi realizado no chão de fábrica, obtendo-se a quantidade de caixas recebidas por cada fornecedor de material elétrico. No final do período inicialmente estabelecido deu-se por concluído o levantamento de dados para esta tarefa.

No total das quatro semanas foram recolhidos dados sobre 144 fornecedores. Para analisar os fornecedores fez-se uma análise ABC, tendo como objetivo classificar cada fornecedor de acordo

com a sua percentagem no volume total recebido pelos 144 fornecedores. Na figura 43 pode-se observar essa análise.

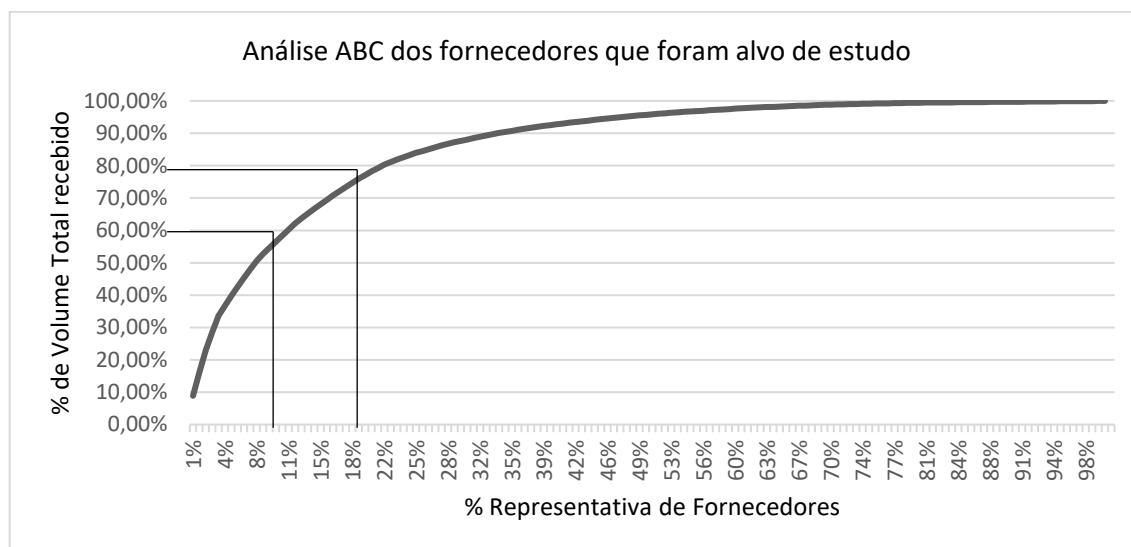


Figura 43: Análise ABC dos fornecedores

Analisando o gráfico, pode-se verificar que a curva obtida é bastante interessante, uma vez que cerca de 20% dos fornecedores que realizaram entregas durante as quatro semanas do estudo representam 80% do volume total de matéria-prima recebida. A tabela 6 apresenta as classes obtidas através da análise realizada.

Tabela 6: Classes obtidas da análise ABC

Classe	Nº de Fornecedores	Percentagem de Fornecedores	Percentagem de volume total recebido
A	31	22%	80%
B	38	26 %	15%
C	75	52%	5%
Total	144	100,00%	100%

No entanto a equipa de projeto considerou que a classe A era constituída por um elevado número de fornecedores, uma vez que o objetivo desta análise é identificar o primeiro fornecedor piloto. Assim, dos 31 fornecedores que constituem a classe A, há fornecedores que têm mais

impacto no volume total recebido do que outros, tal como indica o declive da curva ABC. A tabela 7 representa as alterações na análise dos resultados.

Tabela 7: Alterações na análise dos resultados

Classe	Nº de Fornecedores	Percentagem de Fornecedores	Percentagem do volume total recebido
A	16	11%	60%
B	53	37%	35%
C	75	52%	5%
Total	144	100,00%	100%

Esta tabela mostra que a redução do número de fornecedores da classe A para metade apenas se refletiu num decréscimo de 20% do volume total fornecido. Como se pode verificar a classe A é, agora, constituída por 16 fornecedores, a classe B por 53 e, por último, a classe C com 75 fornecedores. Na classe A, os 16 fornecedores continuam a representar a maior percentagem durante o período de estudo, com cerca de 60% do volume total recebido. Com o objetivo de identificar quais seriam os potenciais fornecedores a serem recebidos no novo ponto de descarga e funcionarem como piloto para o projeto, a equipa decidiu que se deveria debruçar sobre aqueles que constituem a classe A, uma vez que são aqueles que tiveram maior impacto no volume de matéria-prima recebida.

Na figura 44 pode-se observar os fornecedores, que constituem a classe A, com mais volume de material entregue durante o período de estudo.

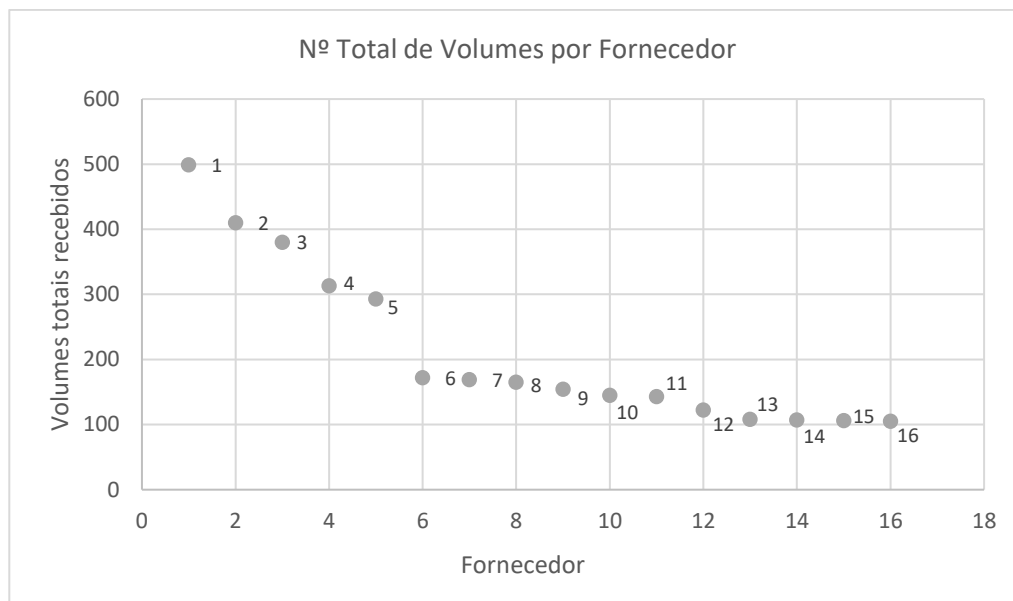


Figura 44: Nº total de volumes recebidos por fornecedores

Nesta figura pode-se verificar as diferenças de volume recebido pelos fornecedores da classe A, de forma Individual. É claro que os fornecedores 1 a 5 são aqueles que entregaram mais material durante o período. Por esta razão, *à priori* estes são candidatos a tornarem-se os primeiros a serem recebidos no novo posto de recepção.

No entanto esta análise revelou-se um pouco rudimentar, uma vez que não se sabe em quantas entregas e quanto volume por entrega cada um desses fornecedores realizou. Optou-se, então, por caracterizar o perfil desses fornecedores baseando-se em duas variáveis: a variabilidade do volume de encomenda e a frequência de entrega. A figura 45 representa os resultados obtidos. A equipa definiu que para realizar a primeira transferência do ponto de recepção deveriam ser considerados aqueles fornecedores que apresentam um elevado volume total recebido no período, com um elevado número de entregas e baixa variabilidade no volume por entrega. Analisando o gráfico pode-se observar que os fornecedores que preenchem estes requisitos são os fornecedores 2,3, 4 e 5. Deste modo, quando se confrontam os resultados obtidos da figura 44 com a figura 45, conclui-se que a decisão de qual o fornecedor piloto do projeto deve ser entre os fornecedores 2,3, 4 e 5.

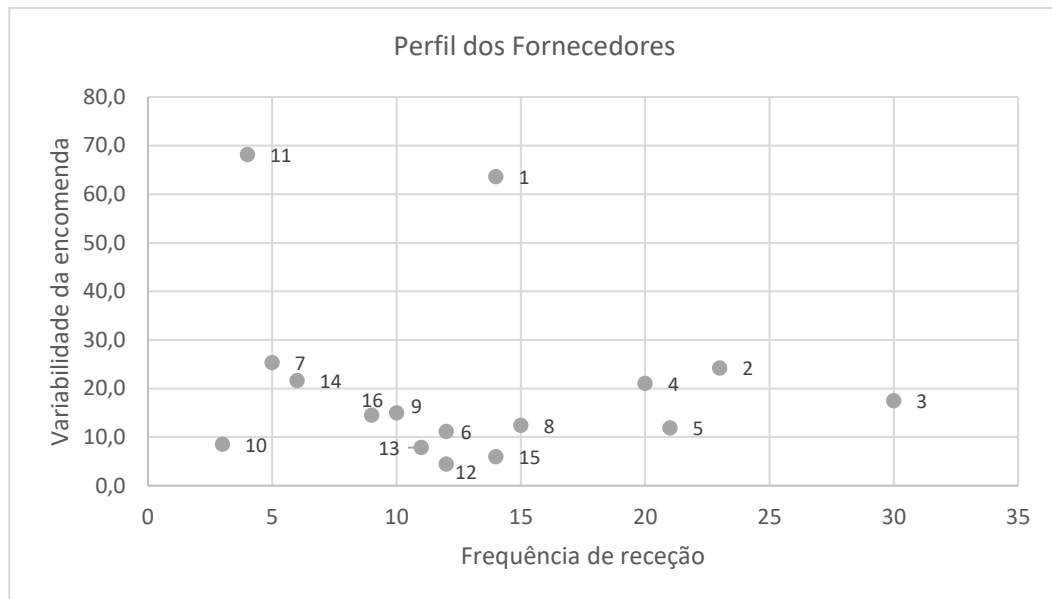


Figura 45: Perfil dos Fornecedores

A equipa obteve assim quatro fornecedores candidatos a fornecedor piloto. Estes fornecedores serão os primeiros a serem rececionados no posto de receção de matéria-prima, no entanto, para identificar qual seria o fornecedor piloto a equipa decidiu recorrer à experiência na relação com o fornecedor. O fornecedor 2 foi aquele que se destacou dos restantes devido ao seu rigor e profissionalismo na entrega da sua matéria-prima, uma vez que esta chega à empresa sempre devidamente identificada, com as quantidades esperadas. Com base nestes critérios a equipa definiu que a incrementação dos fornecedores ao projeto será feita da seguinte ordem: fornecedor 2 (piloto), 3, 4 e 5.

Fase 7 – Teste ao Conceito

Esta fase tem como objetivo realizar um teste ao conceito de forma a verificar se os processos e decisões que foram tomadas nas fases anteriores são funcionais. Para realizar este teste ao conceito deve-se testar a receção da matéria-prima entregue pelo fornecedor 2, previamente definido como o fornecedor piloto do estudo. Uma vez que o projeto ainda se encontra em curso na empresa, não se conseguiu testar fisicamente o posto de trabalho, os seus fluxos de material e monitorizar os KPI's definidos na fase 2 desta framework. Decidiu-se, então, realizar uma simulação industrial, criando um cenário de receção da matéria-prima do fornecedor piloto, durante o mês de março de 2017, com o objetivo de tentar prever o comportamento do processo de receção. A equipa considerou que o período de um mês é o suficiente para refletir e

tirar conclusões sobre o comportamento dos fornecedores. Para construir o modelo de simulação do processo de receção a equipa utilizou o *software* Arena®, desenvolvido pela empresa *Rockwell Automation*.

Pressupostos para o modelo de simulação

A primeira decisão que a equipa teve de tomar correspondeu ao número de postos de trabalho que estarão representados no modelo de simulação. Apesar de na fase de desenho a equipa considerar a inclusão de duas bancadas de trabalho, decidiu-se que os testes seriam realizados considerando apenas um posto de trabalho.

A matéria-prima dos fornecedores é rececionada em caixas de cartão que podem conter vários SKU, que se desdobrarão em múltiplas TO's para o armazém. A equipa decidiu então que a unidade mínima de manuseio a considerar no modelo de simulação seriam as TO's, uma vez que estas são as unidades mínimas de processamento no posto de receção. Para determinar a cadência de chegada das TO's, a equipa realizou uma análise às TO's que foram criadas durante o mês de março para o fornecedor 2. Para realizar esta análise, identificou-se quantas TO's de material do fornecedor 2 foram criadas no mês de março no armazém principal, através de relatórios extraídos do ERP da empresa. Com esta análise, conseguiu-se identificar a data e hora de entrada de cada TO no armazém principal, que servirá como o *Schedule* de entrada de TO's do modelo. Para além destes pressupostos, também foram assumidos os seguintes:

- Os trabalhadores operam em três turnos, garantindo a laboração contínua nas 24h do dia, com paragem planeada de meia hora para almoço/jantar dos colaboradores.
- Por turno estão alocados 4 colaboradores ao processo de receção: 2 na descarga e criação de palete, 1 no transporte de material entre o cais e o posto de receção e 1 na bancada de receção a processar material.
- O tempo de criação de uma palete segue uma distribuição triangular, em que o valor mais observado é 8 minutos, o mínimo é 7 minutos e o máximo 9 minutos.
- Numa palete consegue-se transportar, em média, o material correspondente a 37 TO's.
- O transportador da palete percorre uma distância de 30 m, a uma velocidade de 1 m/s.
- O tempo de processamento de uma TO no posto de receção é, em média, 260 segundos.

Com estas regras definidas, a equipa tem a informação necessária para construir o modelo de simulação da receção da matéria-prima no novo posto de receção no armazém 108. A figura 46 apresenta o modelo de simulação do processo de receção.

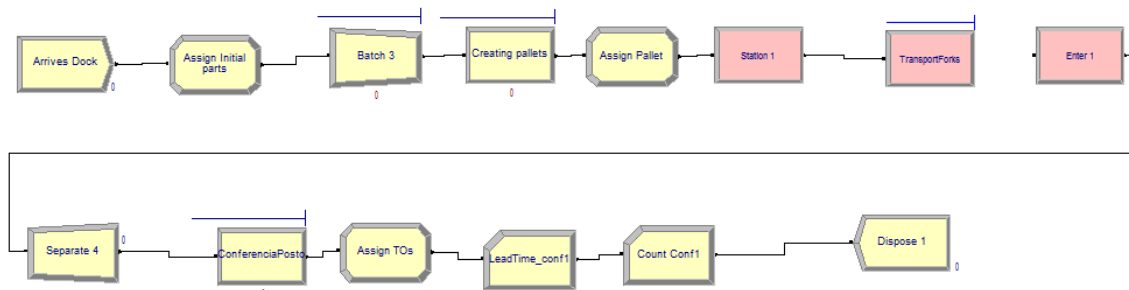


Figura 46: Modelo de simulação utilizado para teste ao conceito

O modelo acima apresentado inicia com um “Create” que contém a informação que diz respeito à chegada das entidades ao sistema. Para este passo utilizou-se o “Schedule” com as TO’s recebidas durante o período de simulação. Depois de rececionar a matéria-prima, segue-se para a tarefa de criação da paleta que consiste na agregação do material correspondente a 37 TO’s. Para modelar esta agregação de material utilizou-se um “Batch” que garante que o material só avança para a fase seguinte quando a paleta de 37 TO’s está preenchida. Estão dois operadores alocados a esta tarefa por cada turno (operador A e B para o primeiro turno, o operador C e D no segundo turno e o operador E e F para o terceiro). Depois desta tarefa de criação da paleta de material, esta é transportada para o posto de receção com o auxílio de um porta-paletes. Antes de iniciar o processamento da matéria-prima, foi necessário colocar um “Separate” de forma a separar a paleta em TO e informar o sistema de que o processamento seria feito TO a TO. Na tarefa de processamento de material, que ocorre no posto de trabalho, está alocado um colaborador por cada turno. O operador G, H e I estão alocados a esta tarefa e operam no turno 1, 2 e 3, respetivamente. De uma forma geral, nesta tarefa os colaboradores têm de verificar se o número de peça, e quantidade estão de acordo com o esperado e lançar o material para armazém. No final é colocado um “Dispose” que indica o fim do processo. “Assigns” são colocados para caracterizar as entidades do sistema.

Para correr o modelo foram realizadas 10 replicações do modelo uma vez que o objetivo era obter dados com um intervalo de confiança de pelo menos 95%. Cada replicação tem 31 dias (mês de março), 24 horas por dia. Os resultados obtidos nos cenários simulados dizem respeito ao valor médio das 10 replicações.

Resultados obtidos

O modelo pretende simular o comportamento do sistema com a inclusão do fornecedor piloto no novo posto de receção. Esta simulação mostra que durante o período de março foram processadas 2216 ± 49.21 TO's do fornecedor piloto que corresponde a 98,7% do material rececionado e que o lead time do processo foi, em média, 1108 ± 38 minutos, o que corresponde a aproximadamente 18 horas e meia. O material demora em média $685,64 \pm 16,92$ minutos no *buffer* de matéria-prima para ser processado, sendo que o valor máximo que o material fica em fila de espera é 2029 minutos o que corresponde a, aproximadamente 34 horas. Esta fila de espera, em média, contém material correspondente a 34 TO's, o que nem chega a uma paleta completa, dado que numa paleta cabem 37 TO's. O valor máximo de TO's em fila de espera durante a simulação foi 442, o que corresponde a 13 paletes.

A tabela seguinte apresenta os dados das filas de espera do sistema, onde se pode verificar que os dados obtidos são bastante interessantes.

Tabela 8: Estado da fila de espera do sistema de teste

Processo	Tempo médio de espera (min)	Tempo máximo de espera (min)	Nº médio de unidades em espera	Nº máximo de unidades em espera
Criação de palete	$0,59 \pm 0,32$	27,71	$0,0008 \pm 0,00$	2
Processamento de matéria-prima	$685,64 \pm 16,92$	2029	$34,07 \pm 1.54$	442

No que diz respeito aos recursos do processo a tabela seguinte apresenta a sua taxa de utilização ao longo da simulação.

Tabela 9: Taxa de utilização dos operadores do sistema de teste

Recurso	Taxa de utilização
Operador A	0,00039 ± 0.00
Operador B	0,00 ± 0,00
Operador C	0,012 ± 0,00
Operador D	0,010 ± 0,00
Operador E	0,007 ± 0,00
Operador F	0,005 ± 0,00
Operador G	0,19 ± 0,01
Operador H	0,21 ± 0.01
Operador I	0,27 ± 0.01

Discussão de resultados

Através desta simulação pode-se concluir que a receção da matéria-prima do fornecedor piloto no novo posto de receção é viável. Pode-se verificar na tabela que as taxas de utilização dos recursos são relativamente baixas, sendo os 3 colaboradores alocados à tarefa de processamento de material que passam mais tempo ocupados com a sua tarefa. Este teste com o fornecedor piloto permite concluir que a tarefa de agregação do material em paletes tem um impacto residual no processo, pelo que a utilização de 2 colaboradores é questionável pelo menos com este número de fornecedores a rececionar. A taxa de utilização dos operadores alocados à tarefa de receção de matéria-prima têm uma taxa de utilização na ordem dos 20%-27% o que oferece ao projeto flexibilidade para incrementar novos fornecedores. O relatório da simulação mostra também que o tempo médio e o número médio de paletes de matéria-prima que aguardam processamento é aceitável, de acordo com os objetivos estipulados no início do projeto. Conclui-se então que o teste ao conceito foi bem-sucedido e conseguiu-se prever o comportamento do processo de receção de matéria-prima desenhado.

Uma vez testado o conceito, a próxima fase é incrementar os restantes fornecedores identificados na fase 6 como os primeiros fornecedores a serem rececionados no novo posto de receção.

Fase 8 – Implementação, avaliação e standardização

Esta fase tem como objetivo incrementar fornecedores ao processo de receção e avaliar o impacto no desempenho do processo de receção. Nesta fase, a equipa de projeto pretende avaliar o comportamento e a capacidade do processo de receção com a incrementação dos seguintes fornecedores identificados na fase 6, avaliando o impacto que a incrementação de fornecedores terá no processo. Para isso, utilizou-se o mesmo modelo de simulação os mesmos pressupostos e o mesmo período que se utilizou na fase 7, alterando apenas o *Schedule* de chegada de entidades ao sistema. Decidiu-se, então, realizar uma simulação do sistema de receção para cada incrementação dos fornecedores que se identificaram como prioritários para juntar ao projeto, identificados na fase 6. Assim, o cenário 1 simula o processo de receção da matéria-prima dos fornecedores 2 e 3, o cenário 2 simula o processo de receção da matéria-prima dos fornecedores 2, 3, 4 e 5 e o cenário 3 simula o processo de receção da matéria-prima de todos os 16 fornecedores correspondentes à classe A da análise ABC realizada na fase 6.

Uma vez que os pressupostos e a metodologia para obter a simulação para cada cenário são os mesmos que foram utilizados para o modelo do teste ao conceito, nesta fase apenas apresentar-se-ão os resultados e as conclusões para cada cenário.

Cenário 1: Receção da matéria-prima dos fornecedores 2 e 3

Com a simulação da receção da matéria-prima destes dois fornecedores obtiveram-se os seguintes resultados:

1. Durante o pedido de simulação foram processadas 3040 das 3065 TO's que deram entrada em sistema, correspondendo a uma taxa de 99%.
2. O lead time do processo foi, em média, 995 minutos \pm 21 ou seja, aproximadamente 16 horas e meia.
3. As TO's em fila de espera passam ligeiramente uma paleta (45 TO's) e aguardam, em média, 11 horas e meia.

As tabelas seguintes apresentam os resultados mais detalhados deste cenário.

Tabela 10: Estado das filas de espera do cenário 1

Processo	Tempo médio de espera (min)	Tempo máximo de espera (min)	Nº médio de unidades em espera	Nº máximo de unidades em espera
Criação de palete	0,95 ± 0,26	30	0,002 ± 0,00	2
Processamento de matéria-prima	685,64 ± 16,92	2299	45 ± 2.08	502

Tabela 11: Taxas de utilização dos recursos do cenário 1

Recurso	Taxa de utilização
Operador A	0,001 ± 0.00
Operador B	0,0002 ± 0,00
Operador C	0,014 ± 0,00
Operador D	0,014 ± 0,00
Operador E	0,010 ± 0,00
Operador F	0,009 ± 0,00
Operador G	0,24 ± 0,01
Operador H	0,31 ± 0.01
Operador I	0,38 ± 0.02

Discussão de resultados

Pode-se concluir que este cenário de inclusão do fornecedor 2 e 3 no projeto e rececionar a sua matéria-prima no novo posto de receção teve um impacto ligeiramente maior que o cenário simulado na fase de testes. A inclusão deste fornecedor 3 ao projeto aumentou ligeiramente os indicadores-chave, no entanto estes continuam a estar em níveis aceitáveis para o bom funcionamento do projeto. Continua-se a verificar que a tarefa de agregação do material em paletes tem um impacto mínimo no projeto e deve ser ponderada a decisão de alocar-lhe 2 colaboradores. Os operadores alocados ao processamento de material continuam com a taxa de utilização baixa (abaixo de 50%), notando-se que a carga de trabalho no turno da noite é mais notória quando comparada com os restantes turnos. A simulação da receção da matéria-prima do fornecedor 2 e 3 permitiu concluir que a equipa tem capacidade para incluir mais fornecedores no projeto.

Cenário 2: Receção da matéria-prima dos fornecedores 2, 3, 4 e 5

Este cenário simula a inclusão dos 4 fornecedores identificados como prioritários a incorporar no projeto. O relatório desta simulação mostra o seguinte:

1. Foram processadas 5107 TO's o que corresponde a 99.5% das 5132 TO's que deram entrada durante o período de simulação.
2. O lead time médio do processo é de 894 ± 23 minutos, correspondente a 15 horas.
3. Em média 80 TO's aguardam processamento o que corresponde a aproximadamente 2,13 paletes, aguardando em média 11 horas e meia em fila espera.

As tabelas seguintes apresentam os resultados mais detalhados deste cenário.

Tabela 12: Estado das filas de espera do cenário 2

Processo	Tempo médio de espera (min)	Tempo máximo de espera (min)	Nº médio de unidades em espera	Nº máximo de unidades em espera
Criação de palete	1,17 ± 0,32	30	0,004 ± 0,00	2
Processamento de matéria-prima	693,64 ± 21.40	2459	79.45 ± 3.31	576

Tabela 13: Taxas de utilização de recursos do cenário 2

Recurso	Taxa de utilização
Operador A	0,003 ± 0.00
Operador B	0,0004 ± 0,00
Operador C	0,012 ± 0,00
Operador D	0,021 ± 0,00
Operador E	0,022 ± 0,00
Operador F	0,016 ± 0,00
Operador G	0,43 ± 0,01
Operador H	0,51 ± 0.01
Operador I	0,63 ± 0.01

Discussão de resultados

Este cenário permitiu concluir que o impacto da inclusão de novos fornecedores ao projeto é cada vez menor, tal como era esperado uma vez que o incremento de fornecedores é baseado na análise ABC. Assim os resultados do cenário 2 apresenta valores da mesma gama que o cenário 1, apenas aumentando significativamente a taxa de utilização dos operadores. Do cenário 1 para o cenário 2 verificou-se um aumento de 8 minutos no tempo média em fila de espera por TO e um aumento do número máximo de TO's em fila de espera de 502 para 576, o que corresponde, aproximadamente, a um aumento de 13,5 paletes para 15,5 paletes de matéria-prima.

Em relação às taxas de utilização dos operadores, estes continuam longe dos 100% o que permite afirmar que ainda existe capacidade para adicionar mais fornecedores ao projeto. No entanto, será necessário um *buffer* de matéria-prima com pelo menos 16 paletes para se poder amortizar os picos no processo de receção.

Cenário 3 – Inclusão dos 16 fornecedores da classe A da análise ABC

Depois de testar a receção do fornecedor piloto e a incrementação dos fornecedores considerado prioritários para o projeto, a equipa decidiu realizar um cenário que seja capaz de simular o comportamento do processo com a receção da matéria-prima dos 16 fornecedores, responsáveis por 60% do volume total recebido de material elétrico.

Assim, este cenário apresenta o impacto no processo da inclusão destes 16 fornecedores, aumentando 12 fornecedores em relação ao cenário anterior. Os resultados desta simulação são os seguintes:

1. Foram processadas 9079 TO's o que corresponde a 92.5% das 9817 TO's que deram entrada durante o período de simulação.
2. O lead time médio do processo é de 2074 ± 56.7 minutos, correspondente a 34,5 horas.
3. Em média 430 TO's aguardam processamento o que corresponde a aproximadamente 11,6 paletes, aguardando em média 32 horas em fila de espera.

Tabela 14: Estado das filas de espera do cenário 4

Processo	Tempo médio de espera (min)	Tempo máximo de espera (min)	Nº médio de unidades em espera	Nº máximo de unidades em espera
Criação de palete	1,26 ± 0,13	30	0,007 ± 0,00	4
Processamento de matéria-prima	1945 ± 55.36	4963.76	430 ± 15.02	1217

Tabela 15: Taxas de utilização dos recursos do cenário 4

Recurso	Taxa de utilização
Operador A	0,007 ± 0.00
Operador B	0,005 ± 0,00
Operador C	0,035 ± 0,00
Operador D	0,036 ± 0,00
Operador E	0,032 ± 0,00
Operador F	0,033 ± 0,00
Operador G	0,902 ± 0,01
Operador H	0,922 ± 0.01
Operador I	0,967 ± 0.00

Discussão de resultados

Com esta simulação foi possível verificar que a receção da matéria-prima dos 16 fornecedores não cumpre com os objetivos estabelecidos pela equipa de projeto.

O lead time do processo excede as 24 horas pré-estabelecidas como o limite para este indicador com o valor de 34 horas e meia. A inclusão dos 16 fornecedores gera picos no processo que se traduzem na necessidade de um *buffer* de matéria-prima de, aproximadamente, 33 paletes, o que é significativamente maior que o buffer projetado anteriormente na fase de desenho. Durante os picos no processo, há material em fila de espera durante 82,7 horas o que é um indicador bastante elevado para a fluidez do processo. Pode-se também verificar que a taxa de utilização dos operadores alocados à operação são bastante elevadas (na ordem dos 90%) o que significa que estes operadores operam no limite da sua capacidade. Com a análise aos resultados pode-se concluir que a tarefa de processamento de material é o *bottleneck* do processo, uma vez que a taxa de utilização dos seus operadores é elevada e existe muito material em fila de espera. Assim, a equipa decidiu então colocar 2 postos de processamento de material, operando em paralelo de forma a aumentar a capacidade. Com o objetivo de prever os benefícios que esta medida traria ao processo, decidiu-se criar outro cenário onde a matéria-prima dos 16 fornecedores é processada em 2 postos de receção em paralelo.

Cenário 5 – Inclusão de 2 postos de processamento em paralelo

O objetivo deste cenário é verificar se a inclusão de dois postos de processamento de matéria-prima a funcionarem em paralelo traz ou não benefícios ao processo. Para realizar esta simulação foi necessário fazer alterações no modelo que foi utilizado nos cenários anteriores. A figura seguinte apresenta o novo modelo de simulação.

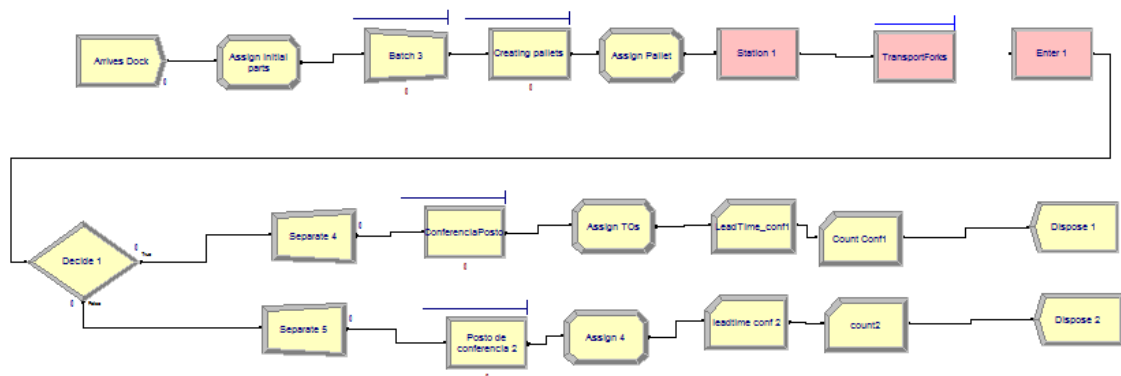


Figura 47: Modelo com dois postos de receção

A principal alteração foi a inclusão de um posto de processamento de matéria-prima em paralelo. Foi necessário criar um *"Decide"* de forma a criar a regra de envio das paletes para o posto de processamento. A regra que se utilizou foi: as paletes de matéria-prima são deixadas na menor fila de espera do posto de processamento. Para o novo posto, foram alocados 3 operadores (um por cada turno) da operação de criação de paletes, uma vez que as suas taxas de utilização não justificavam ter dois operadores por turno permanecendo apenas um colaborador por turno alocado à tarefa de criação de paletes. Assim, os operadores B, C e F, que nos modelos anteriores estavam alocados à criação de paletes, passaram a estar alocados ao segundo posto de processamento. Os resultados deste cenário foram os seguintes:

1. Foram processadas 9794 TO's o que corresponde a 99.8% das 9818 TO's destes fornecedores que deram entrada durante o período de simulação.
2. O lead time médio do processo é de 455.06 ± 9.00 minutos para o posto de processamento 1 e 521.19 ± 12.83 no posto de processamento 2, correspondente a 7.6 horas e 8.7 horas respetivamente.
3. Em média 42 TO's aguardam processamento na fila de espera do posto 1 e 37.5 no posto 2, o que corresponde a 1.14 e 1 paletes, respetivamente.
4. Cada TO, em média, aguarda 351,74 minutos na fila de espera do posto 1 e 370.8 minutos no posto 2, o que corresponde a 5,9 horas e 6,2 horas, respetivamente

Tabela 16: Estado das filas de espera do cenário 5

Processo	Tempo médio de espera (min)	Tempo máximo de espera (min)	Nº médio de unidades em espera	Nº máximo de unidades em espera
Criação de paletes	4.03 ± 0.28	57.33	0.002 ± 0.00	8
Processamento de matéria-prima 1	351.74 ± 9.81	1463.52	41.67 ± 1.27	317
Processamento de matéria-prima 2	370.8 ± 9.51	1463.89	37.47 ± 1.13	318

Tabela 17: Taxas de utilização dos recursos do cenário 5

Recurso	Taxa de utilização
Operador A	0.013 ± 0.00
Operador B	0.036 ± 0.01
Operador C	0.068 ± 0.00
Operador D	0,418 ± 0,01
Operador E	0,070 ± 0,00
Operador F	0,608 ± 0,01
Operador G	0,408 ± 0,01
Operador H	0,547 ± 0.01
Operador I	0,674 ± 0.01

Discussão de resultados

Os resultados permitem concluir que a instalação de um novo posto de processamento de material é crucial para rececionar a matéria-prima destes 16 fornecedores. Verificou-se que o lead time médio reduziu significativamente, estando na ordem dos 7-8 horas.

Esta utilização de dois postos de processamento de matéria-prima a funcionar em paralelo, permitiu agilizar o processo amortizando os picos de receção da matéria-prima. Como se pode verificar na tabela 16, o número máximo de TO's em fila de espera para serem processadas foi 317 para o posto 1 e 318 para o posto 2, o que corresponde aproximadamente a 9 paletes em *buffer* para cada posto. O tempo que as TO's aguardaram em fila de espera atingiu o máximo de 1463,52 minutos para o posto 1 e 1463.89 minutos para o posto 2, correspondendo a um tempo de espera máximo de 24 horas para cada posto.

Com a inclusão de mais um posto de processamento e por consequência, a realocação dos 3 colaboradores, conseguiu-se alcançar taxas de utilização mais equilibradas dos recursos alocados ao processamento, oscilando entre 41% e 67%. Visto que o número médio de TO's, o tempo médio que aguardam em fila de espera e as taxas de utilização dos recursos assumem valores baixos, pode-se afirmar que o *bottleneck* do processo foi desfeito. Importa ainda realçar que o número de TO's processadas foi praticamente o mesmo que o número de TO's que deram entrada no sistema durante o período de simulação.

Pode-se então concluir que, a decisão de adicionar o segundo posto de processamento de material trouxe flexibilidade à equipa para incrementar mais fornecedores ao projeto e que a realocação dos 3 colaboradores foi realizada com sucesso sem trazer impacto significativo ao processo, conseguindo-se assim rentabilizar esses mesmo colaboradores e evitar a contratação externa de recursos.

CAPITULO 6 – CONCLUSÃO, LIMITAÇÕES E TRABALHOS FUTUROS

O presente projeto tinha como objetivo testar a viabilidade da framework que foi inicialmente desenvolvida. Este objetivo foi conseguido, uma vez que se pode concluir que a framework segue uma sequência operacional lógica para quem pretende desenhar e implementar um posto de receção de matéria-prima num ambiente industrial. O exemplo de aplicação desenvolvido permitiu testar a framework e reajustá-la à medida que as suas fases eram implementadas.

Uma vez que o projeto ainda está em curso na empresa não se pode tirar conclusões baseadas na implementação do projeto. No entanto os cenários simulados na fase 8 permitiram prever o comportamento do sistema. Analisando os cenários acima modelados, pode-se afirmar que o teste ao conceito foi bem-sucedido uma vez que o seu impacto nos indicadores-chave foi controlado. À medida que se foram incrementando novos fornecedores ao projeto, os indicadores iam assumindo valores mais elevados, quando o objetivo era que eles permanecessem o mais baixo possível. O cenário 3 simula o processo de receção de matéria-prima dos 16 fornecedores que constituem a classe A na análise ABC realizada na fase 6, representando 60% do volume total recebido durante o período de simulação. Esse cenário foi modelado com apenas um posto de processamento de matéria-prima e rapidamente se verificou que o sistema não tinha capacidade para processar tanto material, uma vez que o lead time médio obtido foi, aproximadamente, 34 horas e meia e o número máximo de paletes em espera para serem processadas foi 33 paletes que podiam esperar até 83 horas para serem processadas.

Para contornar este problema, simulou-se a receção da matéria-prima dos 16 fornecedores com 2 postos de processamento de material. Este cenário trouxe melhorias significativas uma vez que o sistema passou de um lead time médio de 34 horas para 8 horas e com apenas 1 e 2 paletes, em média, a aguardar material. Para a inclusão deste segundo posto de processamento transferiu-se um colaborador, por turno, da operação de criação de paletes para o posto de processamento, conseguindo-se desfazer o *bottleneck* do processo e ganhar capacidade para incluir mais fornecedores no projeto, ao mesmo tempo que se otimizou as taxas de utilização dos operadores.

Com a implementação deste projeto a empresa consegue eliminar fluxos internos de matéria-prima (identificados no capítulo 4). Com a receção da matéria-prima no novo edifício duas operações de transporte interno são eliminadas, refletindo-se na libertação de dois operadores tornando-os disponíveis para desempenhar outras tarefas dentro da empresa. Esta aproximação do ponto de descarga com o ponto de armazenamento permite aos colaboradores um

conhecimento em tempo real do que estão a receber, oferecendo flexibilidade e rapidez ao processo.

Como passos futuros é crucial o aumento da área destinada ao posto de receção de forma a ser possível processar toda a matéria-prima para armazenar no novo armazém de componentes elétricos. Está previsto que até o final de 2017, a área de armazenamento do novo edifício seja alargada e consequentemente a área de receção, de forma a tornar possível a implementação em massa do projeto. No entanto, por agora, a equipa de projeto deve passar à fase de implementação o quanto antes e verificar se os cenários modelados refletem, pelo menos de forma aproximada, a realidade. Depois de iniciar a incrementação dos fornecedores ao projeto e a sua receção ser feita no novo posto idealizado a equipa deve focar-se na melhoria contínua do processo e na sua standardização de forma a tornar todo o processo mais eficiente.

BIBLIOGRAFIA

- Baker, P.; Canessa, M., (2009) Warehouse design: A structured approach, *European Journal of Operational Research*, vol. 193, pp: 425–436
- Barroso, M.; Arezes, P.; Costa, L; Miguel, A., (2005) “Anthropometric study of Portuguese workers”, *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 35, pp: 401–410
- Carvalho, J. C. (2010), *Logística e Gestão da Cadeia de Abastecimento*, Edições Sílabo, 2012
- Cooper, M.; Lamber, D; Pagh, J. (1997) "Supply chain management: More Than a New Name for Logistics", *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 8 Issue: 1, pp.1-14
- Dallari, F., Marchet, G.; Melacini, M. (2009) “Design for order picking systems”, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*., vol. 42, pp 1–12
- Faber, N.; Koster,M.; Smidts, A.; (2013) "Organizing warehouse management", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 33 Issue: 9, pp.1230-1256
- Frazelle, E. H. (2002). *Supply Chain Strategy: The Logistics of Supply Chain Management*. McGrawHill
- Gu, J.; Goetschalckx, M.; McGinnis, L., (2007). “Research on warehouse operation: A comprehensive review”, *European Journal of Operational Research*, vol. 177 , pp. 1–21
- Gunasekaran, A.; Marri, H.; Menci,F. (1999),"Improving the effectiveness of warehousing operations: a case study", *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 99, pp. 328 – 339
- Gwynne , R., (2014). *Warehouse Management A Complete Guide To Improving Efficiency And Minimizing Costs In The Modern Warehouse*. KOGAN PAGE LTD, Londres.
- Kłodawski, M.; Jacyna,M.; Lewczuk,K., Wasiak, M.(2017) “The issues of selection warehouse process strategies”, *Procedia Engineering* , vol. 187, pp. 451 – 457
- Koster, R.; Le-Duc,T.; Roodbergen, K., (2007) “Design and control of warehouse order picking: A literature review”, *European Journal of Operational Research*, vol. 182, pp. 481–501
- Lambert, D.; Cooper, M; (2000) “Issues in supply chain management”, *Industrial Marketing Management*, v. 29, n. 2, p. 1-19;
- Ling,F.; Edum-Fotwe, F.; Ng,M.; (2008) "Designing facilities management needs into warehouse projects", *Facilities*, Vol. 26 Issue: 11/12, pp.470-483
- Muller, M., (2011). *Essentials of inventory management*. Second Edition. American Management Association: Estados Unidos da América
- Rouwenhorst, B.; Reuter, B.; Stockrahm, V.; Houtum, G.; Mantel, R.; Zijm, W.; (2000) “Warehouse design and control: Framework and literature review”, *European Journal of Operational Research*, vol. 122, pp. 515-533
- Staudt,F.; Alpan, G.; Mascolo, M.; Rodriguez, C. (2015) “Warehouse performance measurement: a literature review”, *International Journal of Production Research*, vol. 53, pp. 5524-5544
- Tersine, R., (1994). *Principles of inventory and materials management*. Fourth Edition. Prentice-Hall, Inc. Estados Unidos da América.

Tompkins, J.; Smith, J., (1998). The Warehouse Management Handbook. Tompkins Press, Raleigh, Second Edition.

Vitasek, K.; Manrodt, K; Kelly, M., (2003) "Solving the supply-demand mismatch", Supply chain management review, pp: 58-64

ANEXOS

ANEXO A - Dados antropométricos (mm) da população portuguesa adulta masculina (Barroso et al., (2005))

Dimensions	<i>M</i>	<i>SD</i>	First percentile	Fifth percentile	Ninety-fifth percentile	Ninety-ninth percentile
Abdominal depth	265	32	191	213	317	339
Buttock-knee length	590	33	513	536	644	667
Buttock-popliteal length	485	32	410	432	538	560
Chest (bust) depth	265	23	211	227	303	319
Elbow height	1050	51	931	966	1134	1169
Elbow-knuckle length	350	18	308	320	380	392
Eye height	1585	74	1412	1463	1707	1758
Forward grip reach	730	62	584	627	833	876
Hip breadth	380	24	323	340	420	437
Knee height	525	30	455	475	575	595
Knuckle height	735	43	635	664	806	835
Lumbar height	215	20	169	183	247	261
Popliteal height	400	26	341	358	442	459
Shoulder breadth (biacromial)	335	22	284	299	371	386
Shoulder breadth (bi-deltoid)	475	30	404	425	525	546
Shoulder height	1395	65	1245	1289	1501	1545
Sitting elbow height	255	30	185	206	304	325
Sitting eye height	810	34	730	754	866	890
Sitting height	920	37	833	859	981	1007
Sitting shoulder height	630	33	552	575	685	708
Stature	1690	76	1514	1566	1814	1866
Thigh thickness	175	17	134	146	204	216
Vertical grip reach (sitting)	1250	55	1123	1160	1340	1377
Vertical grip reach (standing)	2030	94	1810	1875	2185	2250
Weight	74	11	48	56	92	100

ANEXO B - Dados antropométricos (mm) da população portuguesa adulta feminina (Barroso et al., (2005))

Dimensions	<i>M</i>	SD	First percentile	Fifth percentile	Ninety-fifth percentile	Ninety-ninth percentile
Abdominal depth	260	36	177	201	319	343
Buttock-knee length	570	32	496	518	622	644
Buttock-popliteal length	470	30	401	421	520	540
Chest (bust) depth	275	30	206	226	324	344
Elbow height	965	46	859	890	1040	1071
Elbow-knuckle length	320	17	280	292	348	360
Eye height	1465	66	1311	1356	1574	1619
Forward grip reach	675	33	597	620	730	753
Hip breadth	400	27	337	355	445	463
Knee height	480	27	416	435	525	544
Knuckle height	685	40	592	620	750	778
Lumbar height	220	20	174	187	253	266
Popliteal height	365	23	312	327	403	418
Shoulder breadth (biacromial)	300	25	243	260	341	358
Shoulder breadth (bi-deltoid)	445	31	373	394	496	517
Shoulder height	1295	56	1165	1203	1387	1425
Sitting elbow height	250	28	185	204	296	315
Sitting eye height	760	35	679	703	817	841
Sitting height	865	35	783	807	923	947
Sitting shoulder height	595	34	516	539	650	673
Stature	1565	66	1411	1456	1674	1719
Thigh thickness	165	15	130	140	190	200
Vertical grip reach (sitting)	1165	57	1033	1072	1258	1297
Vertical grip reach (standing)	1860	85	1661	1719	2000	2058
Weight	64	10	41	48	80	87